

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Elaboración de Galletas Integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) edulcoradas con panela.

TESIS DE GRADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO

DE:

INGENIEROS AGROINDUSTRIALES

AUTORES:

Erazo Sandoval Jorge Eduardo

Terán Zumárraga Ligia Susana

DIRECTOR:

Ing. Ángel Satama

IBARRA – ECUADOR

2008

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Elaboración de Galletas Integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) edulcoradas con panela.

PRESENTADA AL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL TITULO DE:
INGENIEROS AGROINDUSTRIALES

APROBACION

COMITÉ ASESOR:

Ing. Ángel Satama

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Walter Quezada Moreno

ASESOR

Ing. Marcelo Vacas

ASESOR

Dra. Lucía Yépez

ASESOR

DEDICATORIA

Hemos culminado una etapa importante dentro de
nuestra vida y siendo este trabajo el reflejo del
esfuerzo realizado lo dedicamos a nuestro pequeño
Martín, quien es la razón más importante por la cual
trabajar y salir adelante. El es quien se merece
nuestras mayores victorias.

Jorge y Susana

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento va dirigido a los catedráticos
quienes colaboraron con nuestra educación y
enriquecimiento intelectual. Especialmente a nuestro
director de tesis Ingeniero Ángel Satama, a nuestros
Asesores Ingeniero Marcelo Vacas, Doctora Lucía Yépez e
Ingeniero Walter Quezada, quienes con sus conocimientos
y consejos nos han sabido guiar por el mejor camino para
culminar nuestra carrera.

Gracias a nuestros padres que nos han educado con
sacrificio y han confiado en nosotros, ellos han estado ahí
pese a todas las dificultades.

Jorge y Susana

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción	1
1.2. Justificación e Importancia	3
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. Hipótesis	8

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Galletas	9
2.1.1. Definición	9
2.1.1.1. Galletas de masa antiaglutinantes	9
2.1.2. Harinas Bastas, Semolas, Harinas y Almidones	
Diferentes del Trigo	10
2.1.3. Utilización de grasa en la masa para Galletería	11
2.2. La Quinoa	12

2.2.1.	Clasificación Botánica de la planta de quinua	13
2.2.2.	Morfología	14
2.2.3.	Origen	15
2.2.4.	Ventajas de su cultivo	15
2.2.5.	Valor nutritivo de la quinua.	16
2.2.6.	Composición química	17
2.2.6.1.	Proteína	19
2.2.6.2.	Vitaminas	20
2.2.6.3.	Minerales	21
2.2.6.4.	Saponinas	22
2.2.7.	Desamargado de la quinua	24
2.3.	Chocho	25
2.3.1.	Clasificación Botánica de la planta de chocho	26
2.3.2.	Morfología	27
2.3.3.	Origen	28
2.3.4.	Ventajas de su cultivo	28
2.3.5.	Por que consumir chocho	29
2.3.6.	Composición química	29
2.3.6.1.	Proteína	30
2.3.6.2.	Minerales	32
2.3.6.3.	Alcaloides	34
2.3.7.	Desamargado del chocho	34
2.4.	El trigo	37
2.4.1.	Clasificación Botánica de la planta de trigo	38

2.4.2.	Morfología	39
2.4.3.	Origen	39
2.4.4.	Composición química	40
2.4.4.1.	Gluten	43
2.4.4.2.	Vitaminas	44
2.4.4.3.	Fibra	45
2.4.4.3.1.	Utilidad de la fibra	46
2.4.4.3.2.	Valor nutricional	47
2.5.	Panela	47
2.5.1.	Valor nutricional	49

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Materiales	52
3.1.1.	Materiales y equipos de laboratorio	52
3.1.2.	Equipos de Proceso	53
3.1.3.	Materias primas	53
3.1.4.	Insumos	53
3.2.	Métodos	55
3.2.1.	Localización	55
3.2.2.	Factores en estudio	56
3.2.3.	Tratamientos	57
3.2.4	Diseño Experimental	58
3.2.5.	Análisis Funcional	59
3.2.6.	Análisis no Paramétrico	59

3.2.7.	Variables Estudiadas	59
3.3.	Manejo Especifico del Experimento	60
3.3.1.	Fase I: Desamarrado del Chocho	60
3.3.1.1.	Selección y Limpieza	61
3.3.1.2.	Inmersión	62
3.3.1.3.	Cocción	62
3.3.1.4.	Lavado	62
3.3.1.5.	Selección	62
3.3.2.	Fase II: Elaboración de Galletas Integrales	63
3.3.2.1.	Materia prima	65
3.3.2.2.	Molido del chocho	65
3.3.2.3.	Formulado	66
3.3.2.4.	Pesado	67
3.3.2.5.	Batido	68
3.3.2.6.	Mezclado	69
3.3.2.7.	Reposo	69
3.3.2.8.	Moldeado	70
3.3.2.9.	Horneado	71
3.3.2.10.	Enfriamiento	72
3.3.2.11.	Empacado	72

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DIOSCUSIONES

4.1.	Pruebas preliminares para determinar porcentajes de mezclas	74
------	---	----

4.1.1.	Prueba Sensorial realizada para determinar el porcentaje de panela en la galletas	74
4.1.2.	Definición del porcentaje máximo de chocho y quinua en la galleta.	75
4.2.	Resultados del Desarrollo Experimental	76
4.2.1.	Análisis Estadístico para la variable pH inicial de la masa	76
4.2.1.1.	Prueba de Significación de Tukey para los tratamientos	79
4.2.2	Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los cinco minutos de reposo.	83
4.2.3.	Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los diez minutos de reposo	89
4.2.4.	Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los quince minutos de reposo	95
4.2.5.	Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los veinte minutos de reposo	101
4.2.6.	Análisis Estadístico para la variable Tiempo de Horneo	106
4.2.7.	Análisis Estadístico para la variable Pérdidas de Peso	111
4.3.	Resultados Organolépticos de las galletas	116
4.3.1.	Resultados para la Crocancia de las galletas integrales	117
4.3.2.	Resultados para la Crugencia de las galletas integrales	118
4.3.3.	Resultados para el Sabor de las galletas integrales	119
4.3.4	Resultados para la Aceptabilidad de las galletas integrales	120
4.4.	Resultados Fisicoquímico y Microbiológico de las galletas integrales	122

4.5.	Balance de materiales	124
4.6.	Costos de producción	126

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	127
5.2.	Recomendaciones	130
	Resumen	
	Summary	
	Bibliografía	
	Anexos	

TABLAS

2.1.	Análisis Químico proximal de los granos de Quinoa (%)	18
2.2.	Comparación de la composición proximal de la quinua con la de algunos cereales y leguminosas. (porcentaje en base de materia seca)	19
2.3.	Comparación del contenido de los aminoácidos esenciales en granos de quinua con otros elementos (g. aminoácidos /100g de proteína)	20
2.4.	Valores comparativos del contenido de algunas vitaminas del grano de quinua y otras fuentes vegetales. (ppm en base de materia seca)	21
2.5.	Contenido de minerales en la quinua y algunos otros granos comunes (ppm en base de materia seca)	22
2.6.	Contenido de saponinas en algunos comestibles	23
2.7.	Composición química promedio del chocho amargo y desamargado (%)	30
2.8.	Composición química de las leguminosas (porcentaje sobre materia seca de grano)	31
2.9.	Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g de N total)	32
2.10.	Contenido de minerales del chocho desamargado	34
2.11.	Composición media porcentual de dos harinas distintas	43
2.12.	Composición media de la panela	49
3.1.	Factores estudiados en la elaboración de galletas	56

3.2.	Tratamientos para el estudio	57
3.3.	Disposición del ADEVA	58
3.4.	Fórmula del tratamiento 24	67
3.5.	Porcentajes de ingredientes para cada mezcla	67
4.1.	Valores obtenidos del pH inicial de la masa para cada tratamiento	77
4.2.	Adeva para la variable pH inicial de la masa	78
4.3.	Prueba de Tukey para la variable pH inicial	79
4.4.	Tukey para factor a en la variable pH inicial	80
4.5.	DMS al 5% de significación para el factor B	80
4.6.	Ph de la masa a los cinco minutos de reposo	83
4.7.	Adeva para la variable pH a los cinco minutos de reposo	84
4.8.	Prueba de Tukey a los cinco minutos de reposo	85
4.9.	Tukey para factor A en los cinco minutos de Reposo	86
4.10.	DMSs al 5% de significación para el factor B	86
4.11.	Valores obtenidos del pH de la masa a los diez minutos de reposo	89
4.12.	Adeva para la variable pH a los diez minutos de reposo	90
4.13.	Prueba de tukey a los diez minutos de reposo.	91
4.14.	Tukey para el factor A en los diez minutos de reposo	92
4.15.	DMS al 5% de significación para el factor B	92
4.16.	Valores obtenidos del pH de la masa a los quince minutos para cada tratamiento	95
4.17.	Adeva para la variable pH a los quince minutos	96

4.18.	Prueba de Tukey a los quince minutos de reposo	97
4.19.	Tukey para el factor a. A los quince minutos de reposo	98
4.20.	DMS al 5% de significación para el factor B	98
4.21.	Valores obtenidos del pH de la masa a los veinte minutos para cada tratamiento	101
4.22.	Adeva para la variable pH a los veinte minutos	102
4.23.	Pueba de Tukey a los veinte minutos de reposo	103
4.24.	Tukey para el factor a. A los veinte minutos de reposo	104
4.25.	DMS al 5% de significación para el factor B	104
4.26.	Valores de Tiempo de horneo obtenidos para cada tratamiento	106
4.27.	Adeva para la variable Tiempo de horneo	107
4.28.	Prueba de Tukey para el Tiempo de horneo	108
4.29.	Tukey para el factor A en la variable Tiempo de horneo	109
4.30.	DMS al 5% de significación para el factor B	109
4.31.	Valores de Pérdidas de peso obtenidas para cada tratamiento	111
4.32.	Adeva para la variable Pérdidas de peso	112
4.33.	Prueba de Tukey para la variable Perdidas de peso durante el horneo	113
4.34.	Tukey para el factor A en la variable Perdidas de peso durante el horneado	114
4.35.	Resultados de los análisis Fisicoquímico y Microbiológico a cinco muestras de galletas integrales	122
4.36.	Resumen de costos de los cinco mejores tratamientos	126

GRÁFICOS

2.1. Contenido de Aminoácidos, lisina, metionina, triptófano, en la quinua y otros cereales.	16
4.1. Determinación del porcentaje de panela	75
4.2. Interacción AxB en la variable pH inicial de la masa	81
4.3. Comportamiento del pH inicial con dos porcentajes de panela. P1 (20%) y P2 (23%)	82
4.4. Interacción AxB en la variable pH de la masa a los cinco minutos	87
4.5. Comportamiento del pH de la masa a cinco minutos de reposo con dos porcentajes de panela. P1 y p2	88
4.6. Interacción AxB en la variable pH de la masa a los diez minutos de reposo	93
4.7. Comportamiento del pH de la masa a los diez minutos de reposo con dos diferentes porcentajes de panela. P1 y p2	94
4.8. Interacción AxB en la variable pH de la masa a los quince minutos	99
4.9. Comportamiento del pH de la masa a los quince minutos de reposo con dos diferentes porcentajes de panela. P1 y p2	100
4.10. Comportamiento del pH de la masa a veinte minutos de reposo con dos diferentes porcentajes de panela. P1 y p2	105
4.11. Tiempo de Horneo de las 12 mezclas de galletas con dos diferentes porcentajes de panela p1 y p2	110

4.12. Perdidas de peso durante el horneo con los dos porcentajes de panela	115
4.13. Prueba de Friedman para Crocancia	117
4.14. Prueba de Friedman para Crugencia	118
4.15. Prueba de Friedman para Sabor	119
4.16. Prueba de Friedman para Aceptabilidad	120

FOTOGRAFÍAS

2.1. Granos de quinua	12
2.2. Granos de chocho	26
2.3. Espigas de trigo	37
2.4. Panela en polvo	48
3.1. Materias primas e insumos utilizados en la investigación	54
3.2. Chocho desamargado y seleccionado	63
3.3. Materia primas	65
3.4. Molienda del chocho	66
3.5. Pasta de chocho	66
3.6. Pesado de ingredientes	68
3.7. Batidora de pedestal al momento de batir y mezclar los ingredientes	69
3.8. Potenciómetro midiendo la masa	70
3.9. Moldeo de las galletas por medio de la manga pastelera	70
3.10. Proceso de horneado	71
3.11. Galletas al salir del horno	72
3.12. Galletas empacadas	73

ESQUEMAS

2.1. Sección longitudinal de un grano de trigo	42
3.1. Proceso de desamargado del chocho	61
3.2. Diagrama de bloques para la elaboración de galletas integrales	64
4.1. Balance de materiales del mejor tratamiento	125

ANEXOS

- Anexo 1. Encuesta con que se determino el porcentaje de panela con que se
trabajo en la investigación
- Anexo 2. Rangos obtenidos en la encuesta porcentaje de panela
- Anexo 3. Prueba de Evaluación Sensorial
- Anexo 4. Rangos obtenidos de doce muestras de galletas para la característica
Crocancia
- Anexo 5. Rangos obtenidos de doce muestras de galletas para la característica
Crugencia
- Anexo 6. Rangos obtenidos de doce muestras de galletas para la característica
Sabor
- Anexo 7. Rangos obtenidos de doce muestras de galletas para la característica
Aceptabilidad
- Anexo 8. Balance de materiales mejor tratamiento
- Anexo 9. Norma INEN:2085:96 GALLETAS, REQUISITOS.
- Anexo 10. Hoja técnica de la harina de trigo

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Actualmente en el Ecuador existe problemas de mala alimentación, ya que los productos ricos en proteína (carne, leche huevos, etc.) no están al alcance del sector popular, debido a sus elevados precios. Es importante que la población conozca sobre otras fuentes alimenticias de bajo costo y alto nivel nutritivo como son la quinua, el chocho y la panela.

Es conveniente fomentar el consumo de estos productos especialmente procesados y combinados debido a que al consumirlos de esta manera mejoran su calidad nutricional. Además se los encuentra con facilidad en el mercado.

En las provincias de Imbabura y Carchi existe producción tanto de estos granos como de panela; pero la industrialización de los mismos es escasa, lo que significa para el productor agrícola bajos rendimientos económicos. Es importante que se forme agroindustrias que demanden la obtención de estas materias primas para que el productor se incentive, tenga mejor mercado y rendimiento en sus cosechas, de lo contrario, podría llegar al abandono total de estos cultivos y la actividad panelera.

Esta investigación va dirigida al sector productivo (artesanal) que se dedica a trabajar estos productos, los mismos que requieren de conocimientos tecnológicos para mejorar la producción

Con el presente estudio se propone la utilización y consumo de los granos andinos como quinua y chocho; en una presentación diferente. Además, a este producto se le incorpora panela que es un edulcorante natural altamente nutritivo producido en zonas aledañas.

La quinua y el chocho deben ser consumidos especialmente por los niños ya que poseen gran cantidad de minerales y proteínas de origen vegetal. Estos granos al igual que la harina integral aportan fibra que ayuda a la digestión. Y es la panela el complemento energético que favorece su desarrollo físico y mental.

Por esta razón se pensó en crear un producto que reúna las características de todas estas materias primas en uno solo de ahí la idea de elaborar galletas integrales de trigo, chocho y quinua edulcoradas con panela.

Este documento reúne información sobre las características más importantes de las materias primas utilizadas y se destaca su importancia. Se muestra también el proceso utilizado en la elaboración de las galletas y los resultados obtenidos de este estudio.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

El Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) y la Quinoa (*Chenopodium quinoa L.*) son alimentos propios de la zona interandina, conocidos por los pobladores desde tiempos ancestrales, mismos que son la base de la alimentación. Al pasar el tiempo fueron reemplazados por alimentos traídos durante la época de la colonia (trigo, cebada, avena etc.) por los conquistadores. A pesar de lo sucedido, los indígenas cultivaron quinoa y chocho en cantidades pequeñas, que no representan mayor rentabilidad económica ni comercial. Por esta razón las personas dejaron de lado los conocimientos y la forma de cultivar estos productos, aunque son altamente nutritivos.

En los últimos veinte años con el apoyo de organismos nacionales como el: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias (INIAP), las universidades. Además de organismos extranjeros especialmente la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), han realizado estudios encaminados a aumentar la producción agrícola de chocho y quinoa que será utilizada como materia prima en el desarrollo de nuevos productos con alto valor nutritivo.

Dichos estudios están dirigidos a realizar un mejoramiento genético de cada especie con el objetivo de crear variedades más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, entre otras características. El agricultor necesita alcanzar un alto rendimiento y rentabilidad por hectárea, lo que le

representa mayores ganancias económicas. En lo que concierne a investigaciones relacionadas con la industrialización del chocho y la quinua se trata de incentivar el consumo, brindando variedad de alternativas en cuanto a forma y presentación de estos productos, claro sin perder sus características nutricionales.

La quinua y el chocho son conocidos en casi toda la zona de la cordillera de los Andes, desde Colombia pasando por Ecuador, Perú, Bolivia, hasta el sur de Chile y Argentina, tomando nombres distintos de acuerdo a cada país. La quinua es conocida también como quinoa, arrobillo, trigo inca, quinquá, tigrillo, arroz del Perú; mientras que al chocho se lo conoce también como tarwi.

Si comparamos a alimentos tales como arroz, avena, trigo con chocho y quinua se nota una enorme diferencia en cuanto a su contenido nutricional, observándose que estos últimos son muy superiores, llegando a duplicar o hasta triplicar el porcentaje de nutrientes.

Es contradictorio que disponiendo de estos productos con tales bondades y beneficios existan distintos grados de desnutrición especialmente en la población infantil. Claro está que no se puede solucionar este problema con el presente estudio, pero puede ser una alternativa para contrarrestar este mal por lo menos en las zonas cercanas a los sitios de producción.

La UNICEF Programa Ecuador, dice que en el año 2005 existieron muchos problemas que afectan a los niños y niñas de edad escolar, un 70% de los 4,8 millones de niños y niñas de Ecuador viven en la pobreza y desnutrición. De estos aproximadamente 430.000 niños y niñas en edades entre 5 y 17 años trabajan y no asisten a clases. La desnutrición afecta a un 15% de los niños y niñas menores de 5 años y los programas de desarrollo de la primera infancia que reciben apoyo del gobierno abarcan solo un 8,4% de los niños y niñas. Esto demuestra que la ayuda que proporciona el gobierno es insuficiente.

El producto que se propone en esta investigación es una galleta integral compuestas de chocho, quinua y edulcoradas con panela, con el propósito de proporcionar un valor agregado a estos productos y dar otra forma diferente de consumo para los niños y niñas de edad escolar.

Las galletas elaboradas con quinua y chocho reúnen ciertas características que facilitan su consumo para quien gusta de ellas, ofrecen la facilidad de ser consumidas a cualquier hora y cualquier parte, de poderlas acompañar con otros alimentos por su sabor agradable. Además, por sus características tiene un periodo largo de duración y pueden ser llevadas con facilidad a cualquier lugar.

Existen muchos tipos de galletas y se clasifican en galletas simples, saladas, dulces, wafer, con relleno, revestidas o recubiertas, leudantes. La galleta elaborada a base de chocho y quinua esta dentro del tipo de galleta dulce por el uso de panela dentro de su formulación, además por el uso de harina integral de

trigo, harina de quinua, pasta de chocho que son materias primas especiales cambia su denominación a galleta integral enriquecida de masa antiaglutinante, por su bajo contenido de gluten. Todas estas características hacen de la galleta integral de quinua y chocho un producto muy especial tanto por sus componentes y como por su sabor diferente agradable al paladar.

1.3.OBJETIVOS:

1.3.1. Objetivo General:

Elaborar galletas integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), edulcoradas con panela.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar la cantidad de trigo, chocho y quinua en la elaboración de galletas integrales enriquecidas.
- Determinar cual es la cantidad más recomendable de panela para la elaboración de galletas dulces.
- Establecer el proceso tecnológico de elaboración de las galletas de harina de trigo integral con chocho, quinua y panela.
- Realizar la evaluación organoléptica, fisicoquímica y microbiológica a los mejores tratamientos.

1.4. HIPOTESIS:

Hi: Al mezclar harina de trigo, quinua, pasta de chocho y panela se puede elaborar galletas integrales de calidad nutritiva.

Ho: Al mezclar harina de trigo, quinua, pasta de chocho y panela no se puede elaborar galletas integrales de calidad nutritiva.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1.GALLETAS.

La industria galletera es una rama importante de la industria alimenticia, además es muy atractiva por que ofrece la posibilidad de realizar variedad de tipos. Las galletas son alimentos agradables, nutritivos, variados y con un largo margen de conservación. Además ofrecen la posibilidad de incluir diversas materias primas en su elaboración, aunque la base principal es la harina de trigo.

2.1.1. Definición.

Según la norma INEN 2085, (1996) galletas se definen como los productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano. (p.1)

2.1.1.1. Galletas de masa Antiaglutinante.

Estas galletas son elaboradas a partir de masas cohesivas a las que falta elasticidad debido al bajo contenido de gluten. Las masas antiaglutinantes abarcan una gran cantidad de recetas, las mismas que pueden ser ricas en grasa, en fibra o ricas en azúcar o a su vez poco enriquecidas. La harina que predomina puede ser muy rica en almidón, cuya gelificación es la que permite su textura.

Estas galletas tienen la propiedad de aumentar de tamaño al ser horneadas en lugar de encoger como ocurre con otros tipos. Este aumento o esparcimiento es un problema que se debe controlar en el proceso.

MANLEY, D. J. R. (1989) “La preparación de la masa antiaglutinante, requiere de una adecuada dispersión de los ingredientes lo que se consigue con un amasado por etapas, en la primera etapa se consigue una crema batiendo la grasa, huevos y azúcar, durante varios minutos, luego en la segunda etapa se añade la harina y se hidrata con el agua o leche tratando de tener una masa uniforme en menor tiempo para evitar una galleta dura” (p.483).

2.1.2. Harinas bastas, sémolas, harinas y almidones (diferentes del trigo).

Todas las galletas tradicionales se fabrican con harina de trigo, sin gran cantidad de salvado y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales.

Actualmente contamos con la tecnología de los alimentos rápidos que se producen con hornos de extrusión o con técnicas de freidura directa en grasa, en las cuales la alta gelificación del almidón permite una estructura que es muy independiente de la proteína. Para estos productos se puede utilizar materias primas diferentes, las que se encuentran más fácilmente. Con las que se cuenta en los países en desarrollo.

2.1.3. Utilización de grasa en la masa para galletería.

Al no mezclarse la grasa y el agua, se presenta un problema para su incorporación a la masa y hay que prestar atención a la técnica de dispersión, por esta razón puede resultar crítica la cantidad de sólido y el tamaño de los cristales (la plasticidad de la grasa) y es preciso prestar atención a la temperatura y condiciones de los tratamientos para conseguir el efecto deseado. Es necesario un equipo especial bien controlado para la preparación de la grasa con la plasticidad adecuada.

Todas las grasas se descomponen con el tiempo dando lugar a sabores desagradables. Estas alteraciones se conocen con el nombre de enranciamiento y surgen por oxidación y saponificación. Se han de tomar ciertas precauciones para reducir estos efectos, pero las alteraciones de las grasas son secundarias solamente, después de la pérdida de la cualidad crujiente debido a la absorción de humedad.

El enranciamiento de las grasas exige que se almacenen cuidadosamente las existencias y se utilice lo más rápidamente posible, particularmente cuando se adquiere a granel como aceite líquido caliente.

Las grasas naturales tanto vegetales como animales están contaminadas con impurezas y enzimas que normalmente se eliminan al momento de ser refinadas. Pero con el tiempo la oxidación se hace presente dando lugar a la formación de compuestos que a su descomposición se producen sabores picantes y

desagradables. Estas descomposiciones se favorecen con temperaturas elevadas, por la luz intensa, por iones metálicos que actúan como catalizadores. En particular el cobre es un eficaz catalizador por lo que se debe evitar en tuberías o instrumentos que puedan estar en contacto con las grasas. Los productos de oxidación de los aceites también actúan como catalizadores por eso deben eliminarse de las superficies de los recipientes, etc., antes de que estén en contacto con nuevas remesas.

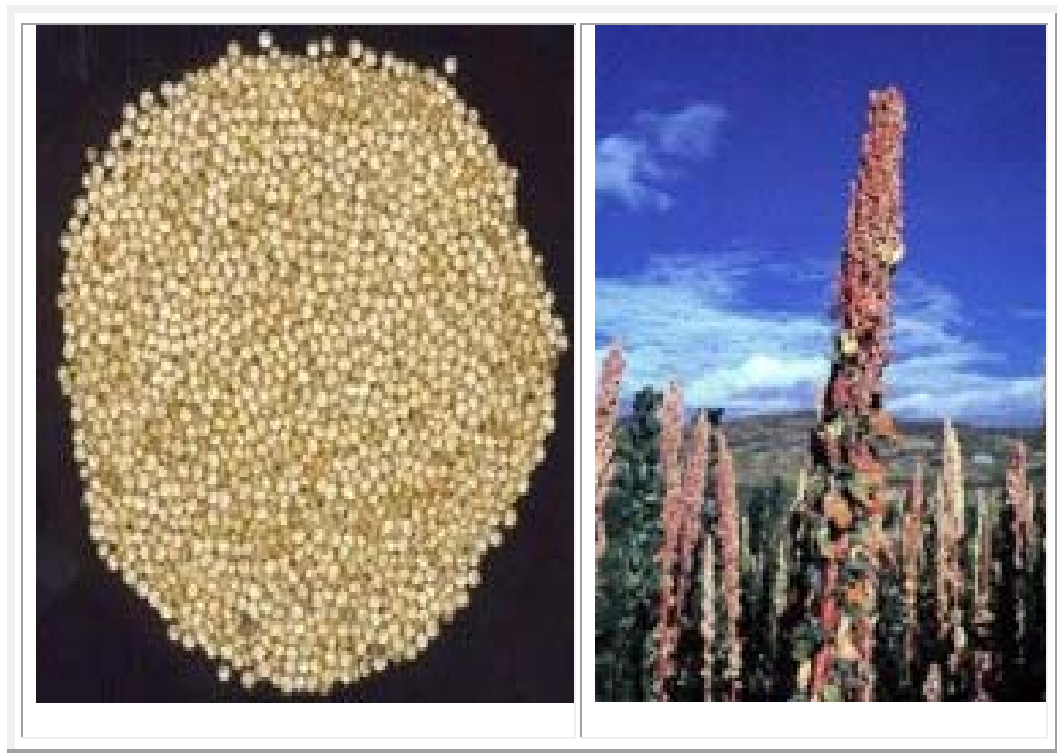
Según Manley, D. J. R. en su Libro: “Tecnología de la Industria galletera. Galletas, crackers y otros homeados.” dice: “Para retrasar la oxidación se puede usar antioxidantes, los cuales son muy variados así, los antioxidantes usados en la grasa almacenada no actúa de la misma forma que el que se usa en la galleta elaborada. Hay que tomar precauciones como el no exponer las galletas a la luz fuerte particularmente a la luz directa del sol. El material envolvente, no debe ser poroso ya que la grasa emigra al papel y se extiende por la superficie, esto unido a los minerales traza del papel conduce al enranciamiento. Estos problemas intervienen en el olor y sabor de la galleta haciéndola desagradable aunque no parecen ser perjudiciales para la salud” (p. 483).

2.2. LA QUINUA.

La quinua es una planta que produce pequeños granos de diferentes formas y colores, los mismos que pueden ser consumidos tostados o cocinados, enteros o en harina. La quinua es una planta de doble propósito ya que aparte de sus granos también pueden consumirse sus hojas verdes en sopas o locros.

Los granos y la planta de quinua se los pueden apreciar en la fotografía 2.1

Foto 2.1. GRANOS DE QUINUA.



FUENTE: Quinoa. htm.

2.2.1. Clasificación Botánica de la planta de Chocho.

Según El Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador (CENDES). 1981, la Clasificación Botánica de la quina es:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerogamas
Clase:	Dicotiledoneas
Orden:	Centrospermas
Familia:	Quenopodiáceas
Especie:	<i>Chenopodium quinoa</i> willd.
Inglés:	Quinoa, Petty Rice
Alemán:	Reismelde, Inkaweizen
Francés:	Quinoa.

2.2.2. Morfología.

Según WAHLI, C. (1990) “La quinua es una planta herbácea. La raíz es pivotante con muchas ramificaciones y alcanza una profundidad hasta los 60cm. la altura de la planta varía entre los 100cm y los 230cm.

El tallo es cilíndrico a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. El número de ramificaciones depende del tipo de entrada y puede variar mucho.

Las hojas son de tipo lanceoladas, grandes en la parte inferior y pequeñas en la parte superior de la planta. Las hojas son dentadas, el número de dientes es una característica importante para su clasificación. La hoja está cubierta de polvo fino farináceo.

La flor es pequeña y carece de pétalos; puede ser hermafrodita o pistilada. La inflorescencia se da en dos tipos: amarantiforme y glomerulada. El fruto es pequeño, aproximadamente de 2mm de diámetro y 1mm de espesor. El color de la semilla puede ser amarillo, café, crema. Blanco o translúcido. La planta puede

tener diferentes colores desde amarillo a naranja, rojo vivo, rojo oscuro y verde”
(p 7-10).

2.2.3. Origen.

Según PERALTA, J. Eduardo, en el boletín divulgatorio # 175 del INIAP (1985), expresa que la quinua es una planta autóctona de los Andes, cuyo centro de origen se encuentra en algún valle de la Zona Andina y la mayor variabilidad se observa a orillas del lago Titicaca y en su historia se reconoce que fue utilizada como alimento desde hace 500 años. (p. 2).

2.2.4. Ventajas de su cultivo.

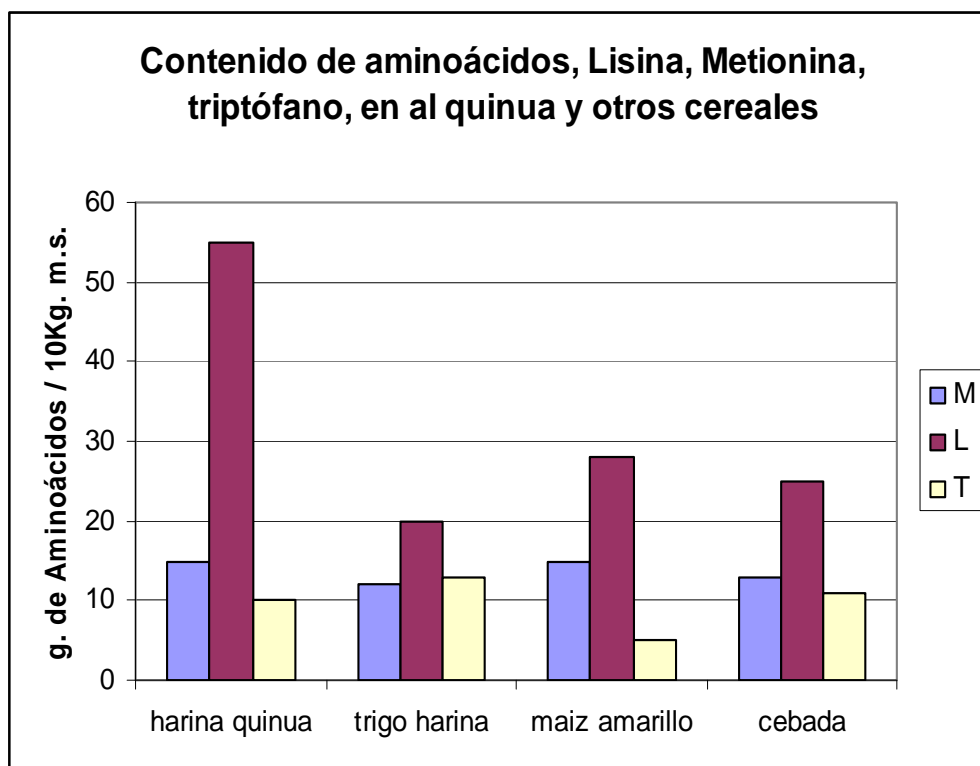
La quinua es uno de los pocos cultivos que se pueden sembrar en las alturas. Se puede cultivar sola o asociada con otros granos o tubérculos. Es ideal para sembrar después de la papa, puesto que ayuda a destruir sus plagas y enfermedades, aprovechándose de los restos de abonos que deja la papa. La quinua tolera las heladas, los vientos y las sequías más que otros cultivos. Se puede vender a buen precio en el mercado nacional y también se puede exportar.

Es el alimento ideal para toda la familia: los niños crecen sanos, los adultos trabajan mejor, los ancianos están más fuertes y los enfermos se recuperan mejor si consumen hojas o granos de quinua.

2.2.5. Valor nutritivo de la quinua.

La quinua es considerada como el alimento más completo, dentro de los vegetales. Su valor nutricional es comparable al de muchos alimentos de origen animal como la carne, leche o huevos.

Gráfico 2.1. CONTENIDO DE AMINOACIDOS, LISINA, METIONINA, TRIPTÓFANO, EN LA QUINUA Y OTROS CEREALES.



FUENTE: TAPIA, M. (1979), Valor nutritivo. (p.159)

Los granos de quinua son especialmente ricos en proteínas, grasas y carbohidratos, pero la calidad de la proteína, es decir el contenido de aminoácidos es superior a casi todos los granos conocidos como se puede observar en el gráfico 2.1. Además la quinua tiene apreciables contenidos de minerales, especialmente calcio y vitaminas.

El sabor agradable, la excelente digestibilidad y la facilidad de preparación, además de la ausencia de colesterol, hacen que la quinua sea el alimento natural ideal para dietas que reemplacen a los alimentos de origen animal que son altos en colesterol.

2.2.6. Composición Química.

El grano de la quinua está constituido por cáscara 3%, mientras el germen constituye el 25%; este a su vez contiene 48.5% de proteína y 28% de grasa. La quinua contiene también saponinas, las cuales son compuestos glicósidos de tipo triterpenoide con propiedades tensoactivas que producen una espuma abundante en solución acuosa y además, confieren al grano un sabor amargo. Las saponinas presentan un problema doble en el uso alimenticio de la quinua: el sabor amargo que representa un factor limitante para su aceptación y el de la posible toxicidad, que es aún motivo de estudio. El contenido de saponinas varía entre las variedades de la quinua y ya existen algunas dulces.

Los dos problemas relacionados con el contenido de saponinas han hecho que se trate de eliminarlas mediante diversos métodos de lavado o de fricción, ya que las saponinas están concentradas en la cáscara del grano.

La tabla 2.1 muestra el Análisis químico proximal de los granos de quinua, donde consta el promedio de tres estudios diferentes y el promedio global.

Tabla 2.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL GRANOS DE QUINUA (%)

	Cardozo y Tapia (1979)	Romero (1981)	Latinreco S.A.	Promedios Globales
	Promedio	Promedio	Promedio	
Humedad	12.65	12.9	9.61	11.72
Grasa	5.01	4.6	7.16	5.59
Proteína	13.81	14.3	15.72	14.61
Cenizas	3.36	3.5	3.29	3.38
Fibra	4.14	3.0	2.91	3.35
Carbohidratos	59.74	61.4	61.70	60.95
Saponinas (a)		2.2	0.65	1.43

(a)Determinación por métodos de espuma: valores en base de la materia seca.

FUENTE: WAHLI (1990) “Quinua hacia su cultivo comercial” p. 142.

Las quinuas cosechadas en el Ecuador muestran un nivel de humedad menor, y mayores contenidos promedio de grasa y proteína. La razón para los niveles superiores, podrían relacionarse con caracteres genéticos.

2.2.6.1. Proteína.

En la tabla 2.2, se muestra que la quinua supera a los cereales en el contenido de proteína en comparaciones hechas en base de materia seca, pero no se consumen estos alimentos en una forma seca. Aunque la quinua supera a la cebada perlada, maíz y arroz en el contenido proteico es inferior a las leguminosas como el fréjol y el chocho. Para alcanzar el mismo nivel de ingestión de proteínas de la carne tendrá que comerse tres veces la cantidad de quinua.

Tabla 2.2. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA QUINUA CON LA DE ALGUNOS CEREALES Y LEGUMINOSAS. (porcentajes en base seca).

	Quinua	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo	Chucho	Fréjol	Soya
Grasa	6.3	2.2	1.9	4.7	2.3	7.0	1.1	18.9
Proteína	16.5	7.6	10.8	10.2	14.2	39.1	28.0	36.1
Cenizas	3.8	3.4	2.2	1.7	2.2	1.0	4.7	5.3
Fibra	3.8	6.4	4.4	2.3	2.8	14.6	5.0	5.6
Carbohidratos	69.0	80.4	80.7	81.1	78.4	35.3	61.2	34.1
Kcal/100g.m.s.	398.7	371.8	383.1	407.5	391.5	360.6	366.9	450.9

FUENTE: WAHLI (1990) “Quinua hacia su cultivo comercial” p. 142

Según WAHLI (1990), los datos de la tabla 2.3, representan comparaciones hechas en base a los análisis químicos sobre la fracción proteica e indican que los aminoácidos limitantes de las proteínas de la quinua son los azufrados y el déficit deberá suplirse en la alimentación con proteínas de otros alimentos que sean ricos en estos aminoácidos. (p: 142)

**Tabla 2.3. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE LOS AMINOÁCIDOS
ESENCIALES EN GRANOS DE QUINUA CON OTROS
ELEMENTOS (g aminoácidos /100g de proteínas).**

AMINOÁCIDO	Quinoa	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo	Fréjol	Carne	Pescado	Leche	Patrón FAO
Arginina	7.3	6.9	4.8	4.2	4.5	6.2	6.4	5.6	3.7	6.0
Fenilamina	4.0	5.0	5.2	4.7	4.8	5.4	4.1	3.7	1.4	
Histidina	3.2	2.1	2.2	2.6	2.0	3.1	3.5		2.7	
Isoleusina	4.9	4.1	3.8	4.0	4.2	4.5	5.2	5.1	10.0	4.0
Leucina	6.6	8.2	7.0	12.5	6.8	8.1	8.2	7.5	6.5	7.0
Lisina	6.0	3.8	3.6	2.9	2.6	7.0	8.7	8.8	7.9	5.5
Metionina	2.3	2.2	1.7	2.0	1.4	1.2	2.5	2.9	2.5	3.5
Treonina	3.7	3.8	3.5	3.8	2.8	3.9	4.4	4.3	4.7	4.0
Triptófano	0.9	1.1	1.4	0.7	1.2	1.1	1.2	1.0	1.4	1.0
Valina	4.5	6.1	5.5	5.0	4.4	5.0	5.5	5.0	7.0	5.0

FUENTE: WAHLI (1990) “Quinoa hacia su cultivo comercial” p. 149

Al comprender la calidad de las proteínas de la quinua nació la idea de su uso como suplemento para mejorar el valor nutritivo de algunos alimentos. Hay un mejoramiento general en los contenidos de los aminoácidos esenciales al mezclar la quinua con los otros alimentos, pero el efecto sobresaliente es en el incremento de lisina aún al nivel de la incorporación de quinua al 10%. Como debe esperarse, los mejoramientos se limitan a los casos en los cuales la quinua supera substancialmente en un aminoácido particular a las proteínas del otro alimento.

2.2.6.2 .Vitaminas.

En la tabla 2.4, se muestra los contenidos de algunas vitaminas en el grano de quinua y en otras fuentes vegetales. La quinua supera a las demás en su contenido de riboflavina (B-2).

La quinua cocida representa una buena fuente de riboflavina y alfa-tocoferol en términos de las recomendaciones diarias de nutrientes, mientras su contenido en otras vitaminas no es sobresaliente. Falta un estudio más amplio sobre el contenido de las vitaminas en la quinua, y no solo de los granos sino también de las hojas, las cuales son comestibles y tienen sabor a espinaca y podrían ser fuente de vitamina A.

Tabla 2.4. VALORES COMPARATIVOS DEL CONTENIDO DE ALGUNAS VITAMINAS DEL GRANO DE LA QUINUA Y DE OTRAS FUENTES VEGETALES (ppm en base seca).

VITAMINA	Quinua	Arroz	Cebada	Fréjol	Papa	Trigo
Niacina	10.7	57.3	58.3	25.7	51.8	47.5
Tiamina (B1)	3.1	3.5	3.3	5.3	4.4	6.0
Riboflavina(B2)	3.9	0.6	1.3	2.1	1.7	1.4
Acido ascórbico(C)	49.0	0	0	22.5	693.8	0
Alfa-Tocoferol(E)	52.3					
Carotenos	5.3	0	3.7	0.1	0.3	0

FUENTE: WAHLI (1990) “Quinua hacia su cultivo comercial” p: 150.

2.2.6.3. Minerales.

Según Wahli, C. (1990) “La quinua es importante como fuente de hierro, contiene una concentración equivalente al doble de la cebada y el trigo, tres veces mayor al arroz y casi seis veces mayor a la del maíz. Además, estudios con ratas demostraron que la quinua lavada, incorporada en las dietas al 30%, dio un coeficiente de eficiencia de 0.74 determinado como hierro incorporado en

hemoglobina por el hierro ingerido, en comparación con un coeficiente de 0.55 obtenido por adición de 0.06g FeSO₄ por 100g en la dieta .básica. Esta buena disponibilidad biológica del hierro, conjuntamente con su alta concentración en el grano, tendría que contribuir al reconocimiento de la quinua como un valioso alimento complementario.” (p. 150, 152).

En el cuadro 2.5, aparecen los contenidos de minerales de la quinua y en otros granos

Tabla 2.5. CONTENIDO DE MINERALES EN LA QUINUA Y ALGUNOS OTROS GRANOS COMUNES (ppm en base de materia seca)

GRANO	Calcio	Fósforo	Hierro	Potasio	Magnesio	Sodio	Cobre	Manganeso	Zinc
Quinua	1274	3869	120	6967	2700	115	37	75	48
Arroz	276	2845	37	2120		120			51
Cebada	880	4200	50	5600	1200	200	8	16	15
Fréjol	1191	3674	86	10982	2000	103	10	14	32
M.Amari	700	4100	21	4400	1400	900			
M.Blanco	500	3600	21	5200	1500	900			
Trigo	500	4700	50	8700	1600	115	7	49	14

FUENTE: WAHLI (1990) “Quinua hacia su cultivo comercial” p 151.

2.2.6.4. Saponinas.

Las saponinas son compuestos tóxicos, cuya toxicidad depende del tipo de saponina, el organismo receptor y su sensibilidad y el método de absorción. La dosis letal por ingestión oral puede ser 3 a 1000 veces más alta que por inyección intravenosa. Están por estudiarse los efectos tóxicos de las saponinas de la quinua, hasta hoy desconocidos.

En la tabla 2.6 aparecen los contenidos de las saponinas en algunos comestibles.

Tabla 2.6. CONTENIDO DE SAPONINAS EN ALGUNOS COMESTIBLES.

Comestibles	% saponinas en materia seca	% saponinas en materia comestible
Ajo	0.29	0.11
		0.10
Arveja	1.10	0.25
Cebolla		0.02
Espárrago	1.50	0.13
Espinaca	4.70	0.55
Fréjol Blanco	0.45	0.38
Fréjol Rojo	1.60	0.40
Garbanzo	5.60	5.00
		3.47
Habas	3.35	0.31
Lentejas	0.42	0.37
		2.43
Maní	0.63	0.58
Puerro		0.10
Quinua	0.83	0.01
Judías	1.30	0.10

FUENTE: WAHLI (1990) “Quinua hacia su cultivo comercial” p. 155.

Es interesante anotar que se reportaron reducciones en los niveles de colesterol en el plasma sanguíneos humano cuando se comieron garbanzo, lentejas y judías, un efecto que se atribuyó a las saponinas, el problema es determinar que niveles de saponinas pueden ser aceptados en los alimentos sin que su sabor amargo interfiera. Claramente, en otros alimentos se aceptan niveles de saponinas dentro del rango del 0.02 al 5%, pero no es válido suponer el mismo caso para la quinua, debido a que las saponinas con sus estructuras diferentes, pueden exhibir sensaciones diferentes del amargor y de toxicidad. El sabor amargo es muy difícil cuantificar debido a las diferentes sensibilidades de las personas.

2.2.7. Desamargado de la Quinua.

Para poder consumir la quinua es necesario desamargarla, para ello hay dos formas: la vía húmeda o lavado con agua y la seca o del pulido. El primer método es el que se usa a nivel casero. El INIAP ha publicado en su Boletín Divulgatorio Nro. 175 se describe los métodos de desamarrado. La técnica es la siguiente:

1. Friccionando el grano en una superficie áspera (piedra, teja o harnero), en abundante agua. Este procedimiento puede ocasionar la pérdida y destrucción de muchos granos.
2. En una bolsa de lienzo se coloca el grano y se cierra herméticamente, luego en una corriente de agua se fricciona como prenda de vestir y así se elimina fácilmente la saponina; con este método el grano no se pierde ni se destruye.
3. En una licuadora se coloca una porción de grano en abundante agua y en una velocidad media se va eliminando la saponina, se cambia el agua las veces que sean necesarias con este procedimiento el grano sufre poco daño.

WAHLI, Christian, indica que el método húmedo también se puede usar a escala comercial, solo que este presenta algunos inconvenientes económicos y ecológicos, como gran consumo de agua y secado posterior del grano lavado y además la contaminación de aguas con las saponinas.

El método de pulido, mediante la modificación de equipos existentes para pulir otros granos, da resultados muy promisorios. Este método tiene la ventaja de

que el grano no requiere de ningún secado ni produce contaminación ambiental.
(p. 152 -157).

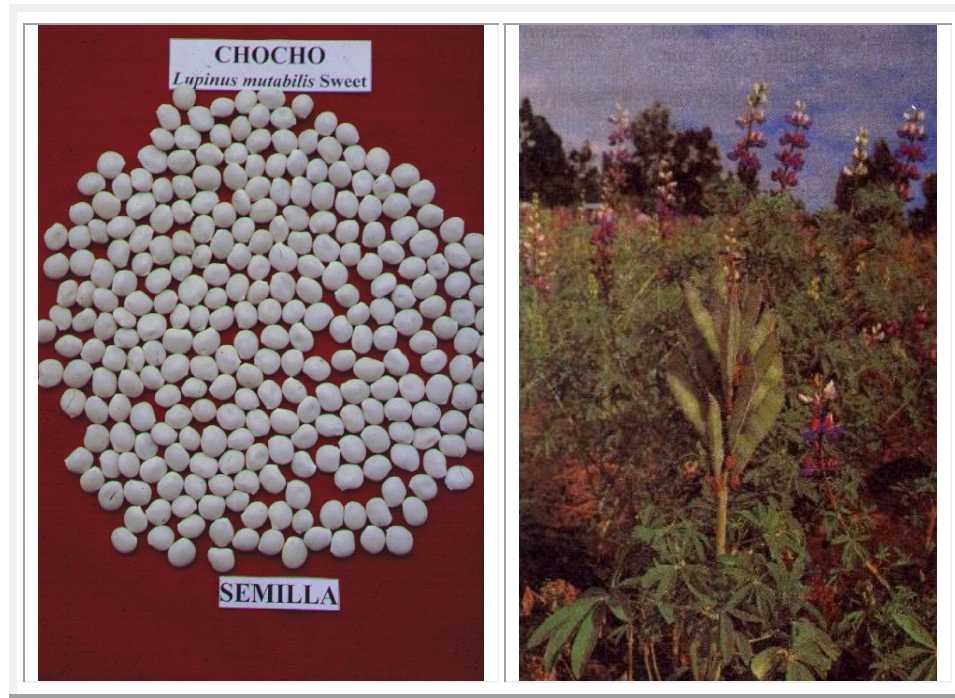
2.3. EL CHOCHO.

Es una leguminosa herbácea erecta de tallos robustos, algo leñoso. Alcanza altura de 0.8-2.0 m. Adaptación: Se cultiva principalmente entre 2000-3800 msnm. en climas templado-fríos. Fuente: Tarwi.htm

Benavides, M. (1992) explica que: “de acuerdo a la botánica sistemática actual, el chocho pertenece a la familia de las papilionáceas, cuya característica principal es presentar flores en forma de mariposas de cinco pétalos, un grande denominado estandarte, dos laterales medianos denominados alas y dos inferiores pequeños fusionados denominados quilla. Esta familia abarca muchas especies por ejemplo el fréjol, arveja, retama, alfalfa, trébol, etc.” (p. 24).

En la foto 2.2. se puede observar tanto los granos de chocho secos como la planta de chocho.

Foto 2.2. GRANOS DE CHOCHO.



FUENTE: Cosecha y mercado del chocho en Ecuador. 2001.

2.3.1. Clasificación Botánica de la planta de Chocho.

La clasificación botánica de *Lupinus mutabilis* Sweet citado por Rivadeneira, J. (1999), es:

División	Espermatofita
Sub - división	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Sub - clase	Arquiclamideas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosa

Sub - Familia	Papilionoideas
Tribu	Genisteas
Género	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>mutabilis</i>
Nombre Científico	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet
Nombres comunes:	Chocho, tahuri, tarwi

2.3.2. Morfología.

CAIDEDO, C. PERALTA, (2001) E. explican que: “el chocho es una planta herbácea anual que se adapta a diferentes tipos de suelo. La raíz es pivotante y robusta y pueden alcanzar hasta 2m de profundidad. El tallo se caracteriza por su vigor y tamaño, ya que su altura fluctúa de 0,50 a 2,50 m, con un promedio de 1,80 m. El color del tallo varía de verde a gris - castaño, según el grado de tejido leñoso.

Para la forma de planta se consideran cuatro tipos básicos:

- Planta enana sin ramificación secundaria
- Planta baja con ramificación secundaria
- Planta alta con ramificación terciaria
- Planta muy alta con ramificación cuaternaria.

El color de los pecíolos puede variar entre verde y morado según el contenido de antocianina de la planta. La pigmentación de la corola de las flores puede variar entre blanco, crema, amarillo, púrpura, azul-púrpura, rosado y se debe a las antocianinas y flavonas que tenga la planta. La inflorescencia es de racimo terminal, flores dispuestas en verticilos. Es mayor en longitud en el eje principal y disminuye progresivamente en las laterales. En una inflorescencia se puede contar más de 60 flores, aunque no todas ellas llegan a formar frutos. La vaina es alargada de 5 a 12 cm, según el número de semillas. Las vainas pueden contener hasta 9 semillas. (p.6).

2.3.3. Origen.

PERALTA E. CAICEDO C. cuentan que: “La historia de la leguminosa es breve. Realmente no se conoce el origen exacto del chocho o tarwi. De acuerdo a referencias bibliográficas se ha encontrado en tumbas de la cultura Nazca (100-800 a. de C.), y en vasijas de la cultura Thuanaco (800-100 d. de C.), también se ha determinado que la variedad de Lupinus albus fue cultivada por las primeras civilizaciones egipcia y romana, mientras que la Lupinus mutabilis fue cultivada por los incas de América del sur. En la zona andina se produce en Perú, Bolivia y Ecuador (se consumen en forma de grano desamarrado fresco)” (p. 9,10).

2.3.4. Ventajas de su cultivo.

En la página web: Utilización del Tarwi.htm, dice que en base a ciertas experiencias de las comunidades, se determinó que, para las zonas altas, la especie más adecuada es el tarwi o chocho, por tratarse de un cultivo conocido en la zona, que fija nitrógeno y extrae fósforo y otros nutrientes del suelo. El tarwi es utilizado por los agricultores para consumo humano, pero en pequeña cantidades. Su uso como abono verde era desconocido.

PERALTA E. CAICEDO C. (2000) explica que “desde el punto de vista agro ecológico, el chocho acumula grandes cantidades de nitrógeno, entre 400 y 900 kilogramos por hectárea (Kg./ha), provenientes e su mayor parte de la fijación biológica de nitrógeno atmosférico. Además, el requerimiento de fósforo en el

cultivo está entre 30 y 60 Kg./ha, lo que refleja una alta eficiencia para tomar nutrientes en suelos que tienen baja capacidad de abastecimiento de estos minerales” (p. 10).

2.3.5. Por que consumir chocho.

Además de su agradable sabor el chocho tiene importantes propiedades alimenticias, la principal aunque muy poco conocida es su contenido de más del 50% de proteína, más que la soya; contiene también grasas, vitaminas y minerales. Por ello, tiene gran importancia.

2.3.6. Composición Química.

Valor nutritivo del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) e importancia en la alimentación. El chocho es una leguminosa andina excepcionalmente nutritiva. Su contenido proteico y de grasa es superior al de la soya y otras leguminosas. A continuación se muestra la composición química del chocho amargo y desamargado en la tabla 2.7.

**Tabla 2.7. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO DEL CHOCHO
AMARGO DESAMARGADO**

Parámetro	Amargo	Desamargado
Humedad %	9.90	73.63
Materia seca %	90.10	26.37
Proteína %	41.20	51.06
Cenizas %	3.98	2.36
Grasa %	17.54	20.37
Fibra Bruta %	6.24	7.47
E.L.N. %	30.88	18.73
Alcaloides %	3.11	0.08
Calcio %	0.12	0.42
Fósforo %	0.60	0.43
Magnesio %	0.24	0.17
Sodio %	.015	0.042
Potasio %	1.13	0.018
Hierro ppm	73	120
Manganeso ppm	37	26
Zinc ppm	34	50
Cobre ppm	11	10
Energía Bruta cal/g	5518	5839

FUENTE: Accesión ECU-8415 del Banco de Germoplasma de INIAP. s.a.

2.3.6.1. Proteína.

CAIDEDO, C. PERALTA, E. (2000). En su estudio denominado: “Zonificación Potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (Lupinus Mutabilis Sweet) en Ecuador” perteneciente al Programa nacional de leguminosas, expresan: “El chocho proporciona proteína de buena calidad. Con relación a este componente, el rango de variación detectado en este estudio fue de 50.55 a 51.58%; el promedio obtenido fue de 51.05% de su peso seco, casi el doble del encontrado en la mayoría de leguminosas usualmente consumidas por el hombre y más elevado que el de la soya. Los contenidos más altos se registraron

para las muestras provenientes de Tungurahua y los más bajos para aquellas provenientes de Chimborazo. Estos resultados muestran la importancia del chocho como fuente de proteína para el consumo en estado fresco y la elaboración de concentrados y aislados proteicos”.

En la tabla 2.8 se puede observar la composición química de algunas leguminosas.

Tabla 2.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS LEGUMINOSAS
(Porcentaje sobre materia seca de grano)

LEGUMINOSAS	Humd	Cenizas	Grasa	Proteína	Fibra	ELN	Ca	P
Arveja	14.2	2.4	11.0	24.3	5.7	42.4	0.07	0.37
Chocho	76.3	2.09	20.5	53.2	14.7	9.5	0.12	0.40
Fréjol	7.2	4	12.1	26.3	5.6	62.9	0.11	0.39
Garbanzo	12.0	2.8	5.0	16.8	3.6	59.8	0.13	0.29
Haba	11.0	1.4	1.2	26.1	1.8	58.5	0.08	0.11
Haba pallar	12.0	-	1.5	20.7	4.9	-	0.11	0.33
Lenteja	5.1	3.5	1.0	19.9	9.4	61.1	0.09	0.31
Sarandaja	13.1	4.3	1.0	21.5	5.1	55.2	0.05	0.38
Soya	9.3	5.0	16.8	37.7	4.3	23.2	0.42	0.55

FUENTE: Tabla de Análisis de Laboratorio de Nutrición y Calidad de la EESC-INIAP

“La cantidad y el tipo de aminoácidos dependen de la cantidad de proteína y de la calidad de la misma. El chocho por ser rico en proteína tiene la mayor cantidad de aminoácidos esenciales. En la tabla 2.9 se indica los aminoácidos en el chocho, donde se puede ver que existe un gran número de aminoácidos esenciales que están presentes en esta materia prima.” Según lo expresa la FAO (1998).

Tabla 2.9. CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (mg/g de N total)

Aminoácidos	Chocho	Soya	Fréjol	Maní
Isoleucina	274	284	262	211
Leucina	449	486	476	400
Lisina	331	399	450	221
Metionina	47	79	66	72
Cistina	87	83	53	78
Fenilalanina	231	309	326	311
Tirosina	221	196	158	244
Treonina	228	241	248	163
Triptófano	110	80	----	65
Valina	252	300	287	261
Arginina	594	452	355	697
Histidina	163	158	177	148
Alanina	221	266	262	243
Acido Aspártico	685	731	748	712
Acido Glutámico	1372	1169	924	1141
Glicina	259	261	237	349
Prolina	257	343	223	272
Serina	317	320	347	299
Total aminoácidos	6051	6157	5662	5887
Total aminoácidos Esenciales	2183	2457	2389	2026

FUENTE: Villacrés, E; Caicedo, C; Peralta, E. 1998.

2.3.6.2. Minerales.

Los principales componentes minerales de la ceniza se muestran en el cuadro. Los macroelementos que se encuentran en mayor concentración son el calcio (0.42%) y el fósforo (0.44%), este último parece influir negativamente en la concentración de alcaloides, según un estudio realizado por BLASCO *et al* (1980). El magnesio presentó un amplio rango de variación (0.10-0.19%); el promedio más bajo se registró para las muestras provenientes de Imbabura. El rango de variación en la concentración de sodio fue de 0.02 a 0.06%, el promedio más alto correspondió a

las muestras procedentes de la provincia de Cotopaxi. El contenido de potasio varió muy poco entre las diferentes localidades (0.01-0.02%), registrándose la menor concentración en las muestras de Tungurahua.

En cuanto a micro elementos (Fe, Mn, Zn y Cu), se observa que los datos más altos corresponden al Fe, con un valor promedio de 120 ppm. Los valores encontrados para el hierro estuvieron dentro de los requeridos para la alimentación animal. BURBANO *et al* (1980), consideran que 60 ppm son adecuados para un buen crecimiento, así como para una adecuada producción de hemoglobina en crías de ganado porcino. En cuanto a la concentración de manganeso, el promedio más alto se registró para la provincia de Cotopaxi y el más bajo para Imbabura.

La fluctuación detectada para el zinc fue de 39 a 61 ppm, con un contenido promedio de 53 ppm para Tungurahua. Estos valores están dentro de los niveles necesarios para la alimentación y no alcanzan los límites de toxicidad. El promedio de los resultados para el cobre fue de 10 ppm para todas las localidades.

El contenido de minerales del chocho desamargado realizado en diferentes localidades se presenta en la tabla 2.10.

Tabla 2.10. CONTENIDO DE MINERALES DEL CHOCHO DESAMARGADO

Localidad	Sodio	Potasio	Calcio	Fósforo	Mg	Hierro	Mang	Zinc	Cobre
Porcentaje						Partes por millón			
Cotopaxi	0.06	0.018	0.42	0.49	0.19	111	36	61	10
Chimborazo	0.04	0.020	0.34	0.47	0.17	109	23	48	10
Imbabura	0.02	0.020	0.30	0.41	0.10	115	18	39	10
Tungurahua	0.05	0.013	0.62	0.42	0.18	145	28	53	10
Media	0.04	0.018	0.42	0.44	0.16	120	26	50	10

* Promedio de siete muestras y dos repeticiones por localidad. Base Seca.

FUENTE: CAIDEDO, C. PERALTA, E. (2000). Programa nacional de leguminosas Estación Experimental Santa Catalina.

2.3.6.3. Alcaloides.

CAIDEDO, C. PERALTA, E. VILLACRES, E. (2000) citan que: “El alto contenido de alcaloides quinolizidínicos (2.6 a 4.2%) en el grano de *Lupinus mutabilis* Sweet, constituye el principal obstáculo para la expansión de su consumo, por lo que es necesario reducir drásticamente el contenido de alcaloides para emplearlo en la alimentación humana o animal. Para rumiantes y aves basta una reducción del contenido total de alcaloides a 0.4 a 0.6%, mientras que para los seres humanos y para los cerdos, el contenido de alcaloides en el grano no debe sobrepasar el 0.05% (GROSS, 1982). La reducción de alcaloides en el chocho se puede realizar cambiando la genética del cultivo o mediante procesamiento tecnológico.”

2.3.7. Desamargado del chocho.

En el estudio denominado: . “Zonificación Potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet) en Ecuador” del Programa nacional de leguminosas. Santa Catalina realizado por CAIDEDO, C.

PERALTA, E. VILLACRES, E. (2000), se compilo la siguiente técnica de desamargado del chocho:

1. Selección y limpieza manual del grano.

Eliminación de piedras, paja y granos dañados (chupados, rotos, etc.).

2. Remojo.

El grano es remojado en los mismos tanques o recipientes en los que será cocinado. El tiempo de remojo es variable entre los diferentes procesadores, unos remojan el grano 14 horas y otros lo hacen entre 16 y 18 horas; el tiempo máximo es de 20 horas. Los granos que flotan en los recipientes de remojo son eliminados y esparcidos en los terrenos como abono.

3. Cocción.

Después del remojo el grano es cocido de 30 minutos a 2 horas. Este tiempo es muy variable dependiendo de cada artesano, el cual determina el punto final de cocción presionando el grano entre los dedos. Cuando la cáscara se desprende fácilmente del grano, éste está listo para el lavado. En esta etapa también se observan granos flotantes, los que son separados y utilizados como abono del suelo.

El agua resultante de la cocción es usada por los campesinos para bañar al ganado afectado por ectoparásitos, también es ingerido en pequeñas cantidades por personas que adolecen de artritis y diabetes, aunque no existe aún una base científica que sustente esta creencia.

Para cocinar, los procesadores artesanales emplean leña como combustible, incluyendo los tallos secos del chocho. La falta de este combustible en la temporada invernal constituye un problema.

4. Desamargado del grano

El grano cocido permanece en el agua por cuatro a cinco días, hasta lograr una eliminación casi completa del sabor amargo. Este proceso presenta ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Destrucción de la viabilidad de las semillas y de las enzimas indeseables como las lipasas, responsables de la autooxidación de las grasas, a través de la cocción.
- Destrucción de sustancias organolépticas indeseables y principios antinutritivos, como los inhibidores de proteasas, las hemaglutininas y el ácido prúsico (HCN).
- Eliminación de los oligosacáridos que se encuentran en diversas leguminosas y que producen flatulencia, a través del proceso de lavado.

Desventajas:

- Prolongado tiempo de proceso para eliminar los alcaloides.
- Pérdida de nutrientes como los carbohidratos y algunos minerales.
- Falta de control de calidad en el proceso total y cuestionable sanidad del grano obtenido, debido principalmente a la calidad de agua empleada en el lavado del grano.

2.4. EL TRIGO.

En la foto 2.3 se puede observar las espigas de trigo.

Foto 2.3. ESPIGAS DE TRIGO.



FUENTE: WWW:aaprotrigo.org

El trigo, como el arroz, la avena, la cebada y el centeno, pertenece a la familia de las gramíneas, cuyos frutos, ricos en almidón, constituyen, desde hace milenios, la principal fuente alimentaria del ser humano.

En la familia de las gramíneas encontramos el género *triticum*, comprenden numerosas especies: las más importantes, las actualmente utilizadas, son el *triticum sativum* (denominado trigo o trigo tierno) y el *triticum durum* (trigo duro), cada una de las cuales comprenden numerosas variedades, distintas entre sí por las características de la espiga, de la cariósida (el grano), el tallo, el color, la friabilidad, la harinosidad y la mayor o menor presencia de residuos (trigo ariastado o trigo mutado).

2.4.2. Clasificación Botánica de la planta de trigo.

Según VALPIANA, T. (1998). La clasificación Botánica de la planta de chocho se da de la siguiente manera:

Reino:	Vegetal
Familia:	Gramináceas
División:	Fanerógamas
Clase:	Monocotiledóneas
Género:	<i>Triticum</i>

Especie:	Triticum durum
Inglés:	Corn
Alemán:	Korn
Francés:	Blé
Italiano:	Trigo

2.4.1. Morfología.

Planta herbácea con inflorescencia en espiga, el triticum comprende numerosas especies con características diversas en lo que atañe a la espiga, la carióspside y el tallo. El tallo normalmente es duro, lleno, con hojas paralelinervias de aquí procede la característica inflorescencia (espiga) que puede ser aristada (si cada espiguilla termina con una arista) o mutada que carece de ella.

Cada espiga puede contener de 25 a 40 granos, cuya forma puede ser redonda o alargada y cuyos colores varían desde el amarillo pajizo al rojizo.

2.4.3. Origen.

Según CALAVERAS, Jesús, (1996), “El trigo tuvo una lenta evolución junto al hombre, desde que éste vivía en cavernas en la Edad de Piedra, pasando por la época paleolítica donde parece ser que ya había una mezcla de agua con trigo molturado, lo que pudo ser el comienzo del pan actual” (p. 13).

VALPIANA, Tiziana. (1998), indica que: “El primer cultivo del grano parece que se produjo hace aproximadamente unos 8.000 años en el área mesopotámica, cuna de las primeras civilizaciones rurales, entre los ríos Tigris y Éufrates.

Pero las señales de su uso del trigo en Egipto se remontan directamente a 17000 años atrás, mientras que en las cavernas de Merkenstein, Austria han sido hallados granos de trigo que se remontan al año 14000 a.C”. (p. 10)

2.4.4. Composición Química.

Según CALAVERAS, Jesús. En su “Tratado de Panificación y Bollería”. (1996).

Indica que:

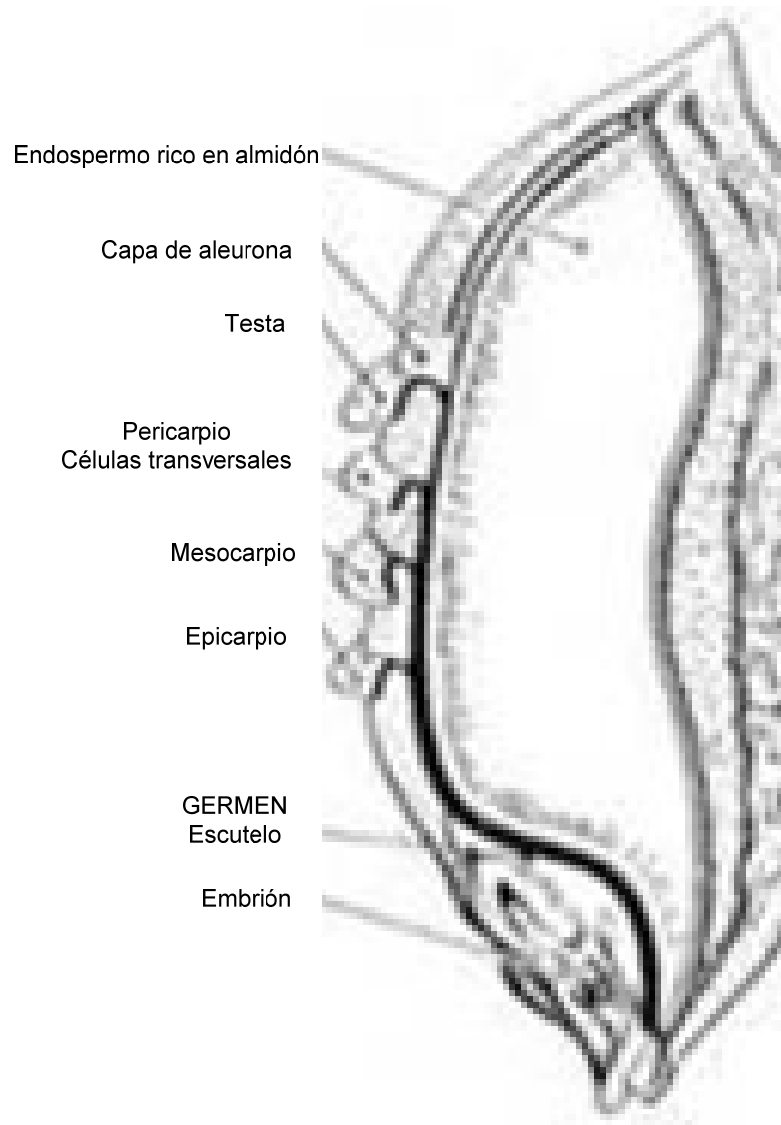
- El trigo es un cereal con surco, a diferencia del arroz, sorgo y maíz que no tienen surco.
- El Agua está unido dentro del trigo en enlaces de hidrógenos y formado redes tridimensionales.
- Las proteínas se presentan con estructura cuaternaria.
- El grano de los cereales está formado por hidratos de carbono, vitaminas, lípidos, proteínas y sales minerales, las cuales son componentes básicos para una dieta humana.

- Los valores proporciones de estos compuestos tienen bastante diferencia entre unos trigos y otros y no encontramos una composición exacta debido a la gran cantidad de variedades de trigos.

Las partes morfológicas del grano y su composición varían en sus cantidades dependiendo del proceso de molturación que se lleve en la fábrica, incluso varían de un molino a otro. (p. 35)

A continuación en el esquema 2.1 se puede observar un corte longitudinal de un grano de trigo y sus partes.

Esquema 2.1. SECCIÓN LONGITUDINAL DE UN GRANO DE TRIGO.



FUENTE: PRIMO YUFERA, E. Y CARRASCO DORRIEN, J. M. (1981)

“Productos para el campo y propiedades de los alimentos” p. 29.

En la tabla 2.11 se observa la comparación media porcentual de la harina integral y la harina blanca.

**Tabla 2.11. COMPOSICIÓN MEDIA PORCENTUAL DE DOS HARINAS
DISTINTAS**

	Harina integral	Harina blanca
Prótidos	10	9.5
Lípidos	1.5	1.2
Carbohidratos	71	75
Vitamina B1 (mg/100)	35	0.10
Vitamina B2 (mg/100)	0.20	0.8
Vitamina C (mg/100)	25	0.00
Azufre (mg/100)	180	60
Fósforo	300	120
Cloro	50	20
Sodio	10	3
Potasio	450	90
Magnesio	140	20
Calcio	40	16
Hierro	4.0	1.2
Cinc	5.5	1.7
Cobre	0.7	0.2
manganeso	3.0	0.9

FUENTE: VALPIANA Tiziana. (1989). “El Trigo” p. 53.

2.4.4.1. Gluten.

Al amasar harina de trigo con agua, la proteína forma el gluten, que es una masa elástica, gomosa y cohesiva, si esta masa se lava con más agua, el almidón se va, haciendo que la masa quede enriquecida en proteína. Esta técnica se ha utilizado para conseguir masa con menos almidón para elaborar panes o productos para dietas especiales. Este gluten debe ser sometido a calor bajo si se desea para que la proteína no se desnaturalice, por lo que es posible tener gluten en forma de polvo, que puede guardarse por tiempo indefinido. El gluten en polvo con bajo contenido de almidón se vende como gluten especial de trigo y se puede añadir a la harina que tiene poca proteína para mejorar sus propiedades de panificación

etc. en caso de necesitarlo, como por ejemplo algunos tipos de galletas como las cracker de crema y los hojaldres que necesitan harina de contenido proteico más alto.

El gluten está compuesto por complejos de la proteína de la harina, insolubles en agua, que se llaman gluten. Un 20% de la proteína de trigo es soluble en agua y está compuesta por albumen y globulina y el restante 80% del gluten es insoluble en agua. Este gluten esta formado por otros dos complejos llamados gliadina y gluteína. Esta ultima contribuye a la extensibilidad, fuerza y firmeza de la masa, y también contiene los lípidos de la harina con los que se forman las lipoproteínas. Estas lipoproteínas contribuyen a las apreciadas características de cocción del gluten de buena calidad Mientras que la gliadina es más blanda, más fluida y contribuye a la cohesión y elasticidad de la masa. La gluteina contiene la mayor parte de los lípidos que se encuentran en la harina en forma de lipoproteínas.

2.4.4.2. Vitaminas.

CALAVÉRAS, Jesús. (1996) El trigo es rico en vitaminas del complejo B (1,2,3) de vital importancia para nuestro cuerpo, estas vitaminas son liposolubles. La vitamina B1 (Tiamina) se encuentra sobre todo en el escutelo del grano, y la falta de esta vitamina nos produce la enfermedad del Beri-Beri. La Piridoxina o B6 se encuentra en sobre todo en al aleurona y el germen. Mientras que la vitamina e en su mayoría se encuentra en el germen, ayuda al buen funcionamiento de los músculos y su falta altera la fertilidad humana. La Vitamina B participa en el equilibrio del sistema nervioso del cuerpo.”(p. 36).

2.4.4.3. Fibra.

Hasta hace muy poco tiempo la fibra dietética ha sido considerada como un nutriente sin valor alimentario importante; sin embargo, hoy se deduce que el consumo de fibra es un factor de primer orden en la dieta alimentaria.

Aún no está muy claro si la no utilización de fibra dietética produce cáncer de intestino y de colon; ya que los propios expertos aún discuten sobre el tema pero lo que si está claro es que este tipo de enfermedad disminuye su riesgo en aquellas personas que incluyen en su dieta hortalizas frescas, frutas y productos a base de cereales integrales.

Como todo nutriente debe ser ingerido en dosis lógicas porque por el contrario una alimentación excesiva de fibra provoca arrastres por el intestino de minerales como el calcio y el cinc que no son absorbidos y por tanto puede provocar problemas en el aparato óseo a medio plazo.

CALAVERAS, Jesús. (1996) dice que se debe definir la fibra como: “aquellos compuestos que se encuentran o forman parte de las paredes celulares vegetales. Aunque a la hora de hablar de fibra debemos saber que existen otros tipos menos genéricos, como es aquella que se encuentra formando parte de la intracelular y que por tanto nos hace definirla, como la parte de las células vegetales que no pueden ser digeridas por las enzimas digestivas del hombre y que por tanto no son absorbidas a través del intestino delgado.

Se considera que el consumo medio de fibra para adulto debe estar entre 25 y 35gramos. Existen efectos fisiológicos positivos para el organismo como es la reducción del tiempo de tránsito alimenticio, facilitando la digestión, reducción de niveles de colesterol plasmático y mejora la tolerancia a la glucosa en diabéticos y personas obesas. Evita el estreñimiento, la obesidad y el cáncer de intestino.

Los componentes de la fibra son: Celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina. Y es así como sumando los cuatro porcentajes podemos definir el total de fibra dietética. (p.94, 95).

2.4.4.3.1. Utilidad de la fibra.

Al margen de su alto nivel calórico, los alimentos integrales tienen algunos beneficios, por ejemplo, su utilidad para las personas que sufren de constipación crónica. Su alto contenido de fibra moviliza el intestino y alivia el estreñimiento, pero, por supuesto, esto no tiene nada que ver con el contenido de calorías y lo que la persona engorda al comerlos.

“Para los diabéticos aun cuando su contenido de azúcar es alto, en el caso de la diabetes del adulto es preferible que la ración de azúcares provenga de alimentos integrales, pues la absorción del azúcar se realiza en forma más lenta y produce menos picos de glucosa e insulina en la sangre. Esto último significa un ahorro de insulina, una menor elevación de triglicéridos en la sangre y un menor progreso de la arteriosclerosis. Los alimentos integrales tienen ciertos beneficios en la digestión, se piensa que pueden proteger contra el cáncer de colon y disminuir en

un 105 los niveles de colesterol y son convenientes en la diabetes. Pero esto de ninguna manera significa que no engordan y que pueden ingerir indiscriminadamente como si fuera agua.” (www.estampas.edu.com).

2.4.4.3.2. Valor Nutricional.

Coperías Enrique M. (1999) expresa que; “Hasta hace muy poco, los expertos en nutrición consideraban que la fibra era un residuo vegetal que transitaba como un fantasma por nuestros intestinos. Se creía que su aporte nutricional y su beneficio para la salud eran nulos, ya que se trata de un material complejo resistente a la digestión por las enzimas del tracto digestivo humano. Hoy, la idea que los científicos tienen de este elemento es radicalmente distinta: la ingesta de alimentos ricos en la fibra, es decir, frutas, verduras, legumbres, cereales y sus derivados, previene la aparición de un gran número de patologías desde obesidad hasta el infarto y el cáncer.” (p. 52).

2.5. PANELA.

La Panela es la concentración del jugo de la caña desde 18 o 20% de sólidos solubles hasta unos 90 o 92%. La panela se considera como un alimento completo ya que cumple cualitativamente con los requerimientos de nutrientes necesarios para el organismo, como son Carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales.

Foto 2.4. PANELA EN POLVO.



FUENTE: WWW:negocios@elcomercio.com

La panela también es conocida con diferentes nombres, según el país, como chancaca en el Perú, papelón en México, raspadura en el Brasil, entre otros. Tiene un valor alimenticio mayor al del azúcar refinado debido al contenido de minerales tales como: calcio, potasio, magnesio, cobre, y hierro, así como cantidades pequeñas de flúor y de selenio. Otros nutrientes que se encuentran en la panela son carbohidratos, proteínas y vitaminas.

En el cuadro 2.12 se presenta la composición media de la panela.

Cuadro 2.12. COMPOSICIÓN MEDIA DE LA PANELA.

COMPONENTES	VALORES %
Humedad	7.48
Proteína	0.7
Nitrógeno	0.11
Grasa	0.14
Fibra	0.24
Az. Reductores	9.15
Sacarosa	80.91
Cenizas	1.04
Minerales mg/100g	-
Magnesio	44.92
Sodio	60.07
Potasio	164.93
Calcio	204.96
Manganeso	1.95
Fósforo	66.42
Zinc	2.44
Hierro	4.76
pH. (acidez)	5.95
Calorías/100g	351.00

FUENTE: “Manual para el diseño y operación de hornillas paneleras. Gordillo, G. García, H. Colombia. 1992. p. 15

2.5.1. Valor nutricional.

En lo que se refiere a valor nutricional, este está influenciado a numerosos factores que van desde la variedad de caña utilizada, el tipo de suelo, las características del clima, edad, sistema de corte, apronte y las condiciones del proceso. La panela esta entre los productos que forman parte de la canasta básica alimenticia, aunque por los problemas de calidad, su consumo no sea mayoritario y se prefiera otros tipos de edulcorantes.

Entre los grupos de nutrientes esenciales deben citarse el agua, carbohidratos, minerales, proteínas y grasas.

Los azúcares son nutrientes básicamente energéticos. De ellos el organismo obtiene la energía necesaria para el funcionamiento y desarrollo de procesos metabólicos.

Los carbohidratos presentes en la panela son la sacarosa, que aparece en mayor proporción y otros menores denominados azúcares reductores o invertidos como la glucosa y fructosa, que poseen un mayor valor biológico para el organismo que la sacarosa, componente principal del azúcar refinado.

Según el Instituto Nacional de Nutrición de Colombia, en la panela se encuentra cantidades notables de sales minerales, 50 veces más que en el azúcar refinado. Entre las principales sales se tienen las de calcio, potasio, magnesio, cobre y fósforo, como también trazas de flúor y selenio.

Otra de las bondades de la panela está en la alimentación infantil, puesto que es uno de los pocos alimentos bien tolerados por el organismo de los niños, dado que ayuda a evitar la formación de gases y previene la constipación por su acción levemente laxante. En la etapa de crecimiento del niño el alto contenido de sales minerales de la panela representa un beneficio en el desarrollo armónico del cuerpo. Con este alimento se ayuda a alcanzar los niveles nutricionales apropiados sin exagerar la cantidad de otros en su dieta diaria.

En lo referente al contenido numeral, el calcio presente en la panela contribuye a la formación de huesos y dientes. El hierro previene la anemia. El fósforo, participa en el metabolismo de las grasas, carbohidratos e intercambios de energía a través de las reacciones oxidativas de fosforilación. En todos caso los minerales contenidos en la panela, contribuyen en gran medida a mantener el balance nutricional del organismo humano.

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES.

Los materiales utilizados para la investigación denominada, “**Elaboración de Galletas Integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)** edulcoradas con panela”, son los siguientes:

3.1.1. Materiales y Equipos de laboratorio.

- * 1 vaso de precipitación de 100ml
- * Agua destilada
- * 2 soluciones buffer de pH 4.0 y pH 7.0
- * 1 horno doméstico a gas
- * 1 mezcladora
- * 1 molino manual para granos
- * 1 balanza gramera (1g – 1500g)
- * 1 balanza semi analítica
- * 1 termómetro para horno (0 – 240° C)
- * 1 cronómetro
- * 1 potenciómetro digital de bolsillo escala 0-14

3.1.2. Equipos de proceso:

- * Recipientes plásticos
- * manga panadera con diferentes boquillas
- * cucharas
- * 1 tamiz
- * fundas de polietileno

3.1.3. Materias primas:

- * Chocho local
- * Harina de Trigo integral “Condor”
- * Harina de Quinoa “Más corona”
- * Panela granulada “Schullo”

3.1.4. Insumos:

- * Mantequilla
- * Leche
- * Huevos
- * Cocoa
- * Polvo de hornear
- * Esencia de vainilla

Fotografía 3.1. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN



3.2.METODOS.

3.2.1. Localización.

La investigación fue realizada en los laboratorios de la Facultad de ciencias agropecuarias y ambientales pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte, que están ubicados en la parroquia El Sagrario perteneciente al Cantón Ibarra de la Provincia de Imbabura. A continuación, algunos datos facilitados por el Departamento de Meteorología de la Dirección General de Aviación Civil de la Ciudad de Ibarra

PROVINCIA:	Imbabura
CANTÓN:	Ibarra
PARROQUIA:	El Sagrario
LUGAR:	Laboratorios FICAYA
HR:	73%
TEMPERATURA:	17.4°C.
ALTITUD:	2228 m.s.n.m.
FLUOSIDAD:	50.3 mm. Año
LATITUD:	0° 20' Norte
LONGITUD:	78° 08' Oeste

3.2.2. Factores en estudio.

Los factores en estudio sometidos a investigación fueron: Factor A: tres tipos de mezclas con diferentes porcentajes. Y Factor B: dos niveles de panela, los mismos que se detallan a continuación:

Tabla 3.1. FACTORES ESTUDIADOS EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS

FACTOR A: Tipos de Mezclas:			
Mezcla 1 (M1): Trigo – Chocho	Trigo	Chocho	
Trigo – Chocho (m1)	30	70	
Trigo – Chocho (m2)	40	60	
Trigo – Chocho (m3)	50	50	
Trigo – Chocho (m4)	60	40	
Mezcla 2 (M2): Trigo – Quinua	Trigo	Quinua	
Trigo – Quinua (m1)	30	70	
Trigo – Quinua (m2)	40	60	
Trigo – Quinua (m3)	50	50	
Trigo – Quinua (m4)	60	40	
Mezcla 3 (M3): Trigo – (Chocho +quinua)	Trigo	Chocho	Quinua
Trigo – (Chocho +Quinua) (m1)	30	35	35
Trigo –(Chocho +Quinua) (m2)	40	30	30
Trigo – (Chocho +Quinua) (m3)	50	25	25
Trigo – (Chocho +Quinua) (m4)	60	20	20
FACTOR B: Porcentaje de edulcorantes:			
Panela	P1 (20%)	P2 (23%)	

NOTA: Los porcentajes de panela P1 y P2 fueron determinados por medio de pruebas preliminares, de entre diferentes niveles de edulcorante; hasta obtener los dos niveles más aceptables.

3.2.3. Tratamientos.

Los tratamientos resultan de la interacción de los tres factores en estudio anteriormente indicados, disponiéndose conforme se muestra en la tabla 3.2:

Tabla 3.2. TRATAMIENTOS PARA EL ESTUDIO.

TRATAMIENTOS	INTERACCIONES
t1	M1 m1 P1
t2	M1 m1 P2
t3	M1 m2 P1
t4	M1 m2 P2
t5	M1 m3 P1
t6	M1 m3 P2
t7	M1 m4 P1
t8	M1 m4 P2
t9	M2 m1 P1
t10	M2 m1 P2
t11	M2 m2 P1
t12	M2 m2 P2
t13	M2 m3 P1
t14	M2 m3 P2
t15	M2 m4 P1
t16	M2 m4 P2
t17	M3 m1 P1
t18	M3 m1 P2
t19	M3 m2 P1
t20	M3 m2 P2
t21	M3 m3 P1
t22	M3 m3 P2
t23	M3 m4 P1
t24	M3 m4 P2

SIMBOLOGIA:

t = tratamientos

M1= Mezcla Trigo – Chocho

M2= Mezcla Trigo – Quinoa

M3= Mezcla Trigo – (Chocho - Quinoa)

m1, m2, m3 y m4 = diferentes porcentajes de mezclas.

P1 = panela

P2 = panela

3.2.4. Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado durante en la investigación fue un DCA (Diseño Completo al Azar) con arreglo factorial A x B. La Unidad experimental fue de 250g. de mezcla, con tres repeticiones para cada tratamiento.

El Análisis de Varianza (ADEVA) para el estudio se lo muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 3.3. DISPOSICIÓN DEL ADEVA

F de V.	Fórmula	Gl
Total	(Tratamientos x repeticiones) – 1 (24 x 3) – 1	71
Tratamientos	(T. mezclas x edulcorante) menos 1 (12 x 2) – 1	23
Factor A	# de factores A – 1 (12 – 1)	11
Factor B	# de factores B – 1 (2 – 1)	1
AxB	A x B (11x1)	11
Error experimental	(Total – tratamientos) (71 – 23)	48

3.2.5. Análisis Funcional.

Al detectar significación estadística fue necesario utilizar Tukey para los tratamientos se realizó Tukey al 5%, para el Factor A. Y, DMS para el Factor B.

3.2.6. Análisis no Paramétricos.

Se realizó la prueba de FRIEDMAN al 5% y 1%

3.2.7. Variables Estudiadas.

- Rendimiento
- pH
- Tiempo de reposo
- Perdida por peso
- Análisis Organoléptico. (Prueba de Friedman.)
- Proteína
- Análisis Microbiológico

3.3. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.

Para la presente investigación “Elaboración de Galletas Integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) edulcoradas con panela”, se realizó el manejo específico del experimento en dos fases:

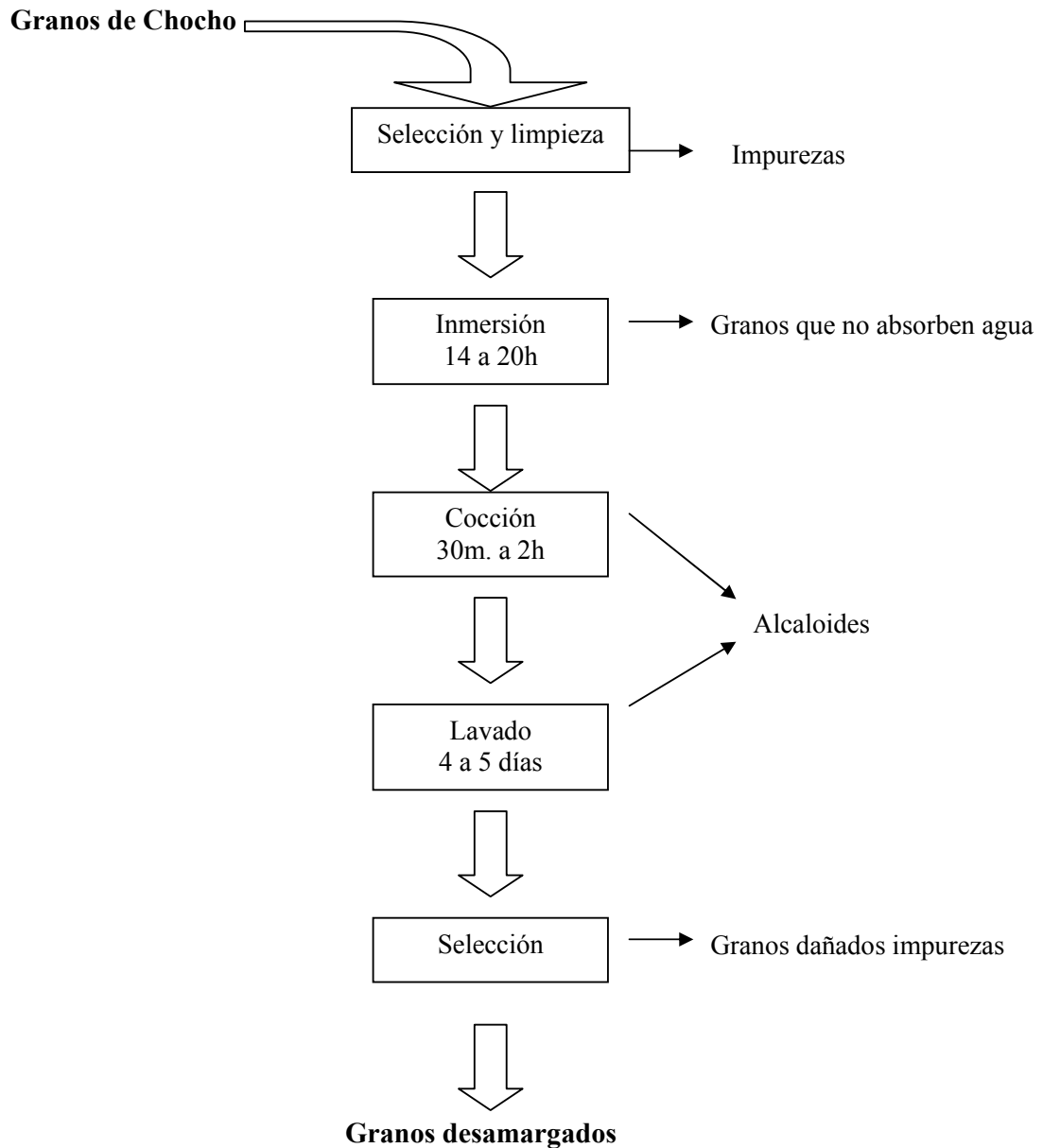
FASE I: La primera fase comprende el desamarrado del chocho.

FASE II: Esta fase comprende la elaboración de las galletas integrales.

3.3.1. FASE I: DESAMARGADO DEL CHOCHO.

Fue necesario realizar el desamarrado del chocho con el que se trabajó los tratamientos. Esta fase se la realizó conforme al esquema 3.1, que describe el proceso del desamarrado del chocho:

Esquema 3.1. PROCESO DE DESAMARGADO DEL CHOCHO



FUENTE: JARA, E. RUEDA, C. “Desarrollo de una técnica para la elaboración de pasta de chocho (*Lupinus mutabilis*) y conservación en anaquel y refrigeración. Tesis de Grado. 2003

3.3.1.1. Selección y Limpieza.- El grano de chocho obtenido en estado natural (sin proceso de desamarrado), en el mercado Amazonas de la ciudad de Ibarra, fue

seleccionado manualmente para eliminar cuerpos extraños (piedras, tierra, basuras) y granos dañados (partidos, negros, podridos).

3.3.1.2. Inmersión.- Se sumerge al chocho en agua de 14 a 20 horas para que absorba agua, en este paso el grano se hincha y a aumenta de tamaño y se desechan los granos que no han absorbido agua.

3.3.1.3. Cocción.- Consiste en cocinar el chocho por un período de 30 minutos a 2 horas, o hasta que la cáscara se desprenda suavemente con los dedos, se eliminan los granos que flotan en el recipiente.

3.3.1.4. Lavado.- Luego de la cocción se lava los granos en agua corriente, se dice que este paso tarda de cuatro a cinco días, pero en realidad depende del volumen de agua utilizada.

3.3.1.5. Selección.- Al final del proceso aun se puede obtener impurezas o granos dañados que son desechados.

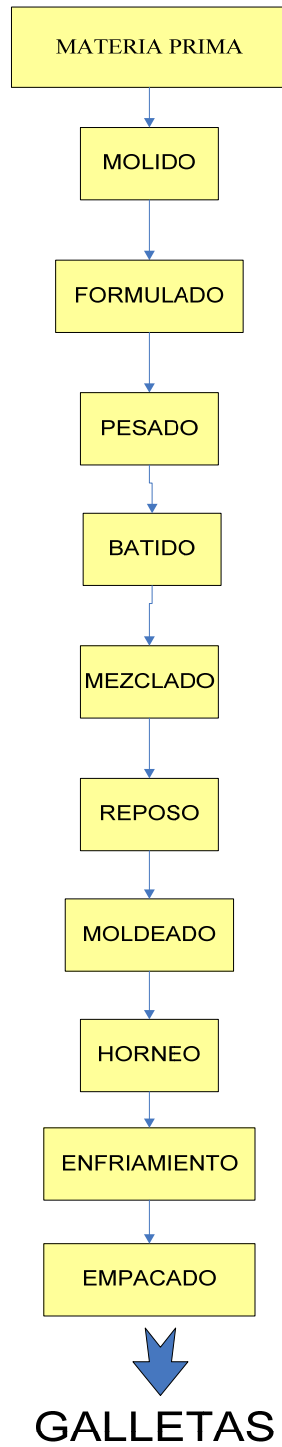
Fotografía 3.2. CHOCHO DESAMARGADO Y SELECCIONADO.



3.3.2. FASE II: ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES.

Esta fase comprende el proceso mediante el cual se obtuvo las galletas integrales de chocho y quinua, edulcoradas con panela, las cuales se elaboraron según el siguiente diagrama de bloques:

Esquema 3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES.



3.3.2.1. Materia prima.- La harina de quinua marca “Mas Corona” se la adquirió en supermercado “AKÍ” de la misma ciudad, a mas de otros ingredientes como huevos, leche, mantequilla, esencia de vainilla, cocoa y panela granulada “Schullo”. Mientras que la harina integral de trigo “El Cóndor” se adquirió en las instalaciones del Grupo “Amyel” Ibarra.

Fotografía 3.3. MATERIAS PRIMAS.

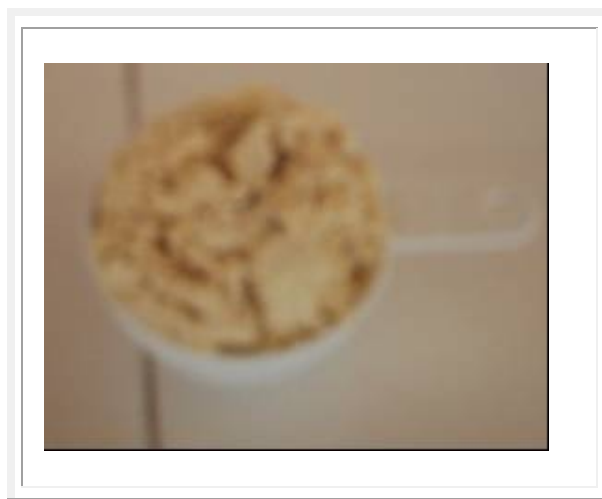


3.3.2.2. Molido del chocho.- El chocho hidratado entero (grano con cáscara) fue triturado por medio de un molino manual, ajustado de tal manera que se obtuvo una pasta fina, fácil de integrar a la masa.

Fotografía 3.3. MOLIENDA DEL CHOCHO.



Fotografía 3.4. PASTA DEL CHOCHO.



3.3.2.3. Formulado.- Las fórmulas para los tratamientos se establecieron conforme a los porcentajes planteados para cada factor, en la tabla 3.3, se muestra

la fórmula del tratamiento 24. Y en la tabla 3.5 están los porcentajes de los ingredientes utilizados en las mezclas.

Tabla 3.4. FORMULA DEL TRATAMIENTO 24.

Ingredientes:	T24
	%
Trigo	60
Chocho	20
Quinoa	20
Panela	23
Mantequilla	50
Leche	30
polvo hornear	1
esencia	1
huevo	12
cocoa	1

Tabla 3.5. PORCENTAJE DE INGREDIENTES PARA CADA MEZCLA.

	MEZCLAS											
Ingredientes:	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12
	%											
Trigo	30	40	50	40	30	40	50	40	30	40	50	60
Chocho	70	60	50	60	-	-	-	-	35	30	25	20
Quinoa	-	-	-	-	70	60	50	60	35	30	25	20
Panela	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23	20-23
Mantequilla	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Leche	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
polvo hornear	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
esencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
huevo	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
cocoa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3.3.2.4. Pesado.- Una vez que las materias primas estuvieron listas y acondicionadas y dosificadas de acuerdo a sus características (sólidos o líquidos), conforme a los porcentajes establecidos para cada tratamiento.

Fotografía 3.6. PESADO DE INGREDIENTES.



3.3.2.5. Batido.- Es la fase más importante del proceso; ya que en esta se incorpora aire a la masa con el propósito de incrementar el volumen y suavidad de la galleta.. Esta operación se realizó conforme la fotografía 3.7. Se batió mantequilla, panela y cocoa durante 5 minutos a velocidad baja, luego se añadió el huevo y esencia de vainilla batiendo durante 10 minutos más hasta que los ingredientes formen una crema de color blanco.

Fotografía 3.7. BATIDORA DE PEDESTAL AL MOMENTO DE BATIR Y MEZCLAR LOS INGREDIENTES.



3.3.2.6. Mezclado.- Para esta operación se utilizó espas amasadoras, adicionando poco a poco los ingredientes (leche, leudante, trigo, quinua y chocho) mezclando a velocidad media, durante diez minutos. Con lo cual se logro homogenizar la masa.

3.3.2.7. Reposo.- Durante este reposo los ingredientes secos en este caso harinas se hidratan. Además se tomó datos pH a cada masa cada cinco minutos para observar el comportamiento de cada mezcla.

Fotografía 3.8. POTENCIÓMETRO MIDIENDO LA MASA.



3.3.2.8. Moldeado.- El moldeo se lo realizó con una manga pastelera la misma que prestó facilidad necesaria para moldear las galletas directamente en la lata engrasada.

Fotografía 3.9. MOLDEO DE LAS GALLETAS POR MEDIO DE LA MANGA PASTELERA.



3.3.2.9. Horneado.- El horneo de la galleta se realizó en horno semi industrial, controlando la temperatura con un termómetro.

Fotografía 3.10. PROCESO DE HORNEO.



3.3.2.10. Enfriamiento.- A fin de enfriar las galletas recientemente horneadas, estas se colocaron en un recipiente para que alcancen la temperatura ambiente.

Fotografía 3.11. GALLETAS AL SALIR DEL HORNO.



3.3.2.11. Empacado.- El producto terminado se empaca en fundas de polipropileno.

Fotografía N° 3.12. GALLETAS EMPACADAS.



CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente capítulo se pone a consideración datos, resultados y discusiones realizadas para los diferentes tratamientos, tomando en consideración las siguientes características: dulzor, color, olor, sabor, aceptabilidad, en el caso particular de las galletas se tomara en cuenta características especiales propias de las galleta, crugencia y crocancia.

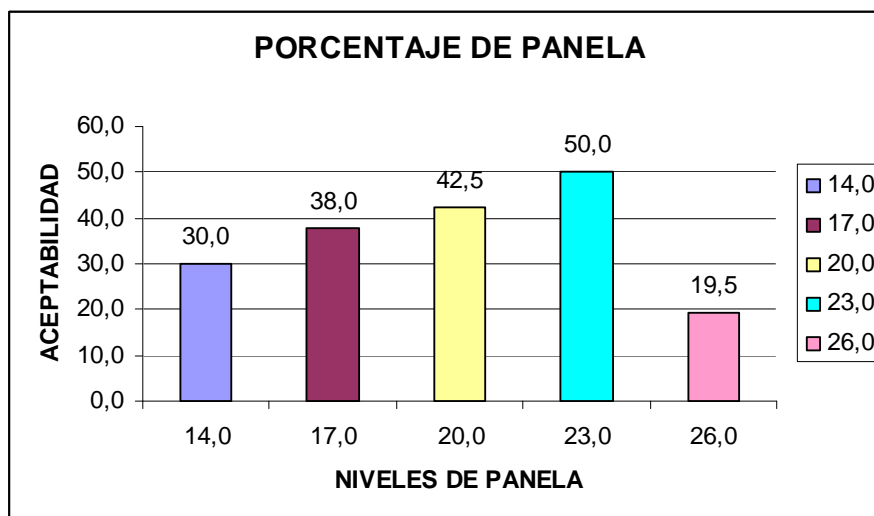
4.1. PRUEBAS PRELIMINARES PARA DETERMINAR PORCENTAJES DE MEZCLAS.

A continuación se describe las pruebas que se realizaron para determinar el porcentaje de panela a utilizarse durante el experimento. Así como las cantidades máximas de chocho y quinua con las que se trabajó durante toda la fase experimental.

4.1.1. PRUEBA SENSORIAL REALIZADA PARA DEFINIR EL PORCENTAJE DE PANELA EN LA GALLETA.

Para determinar el porcentaje de panela en la galleta se realizó una evaluación sensorial con un grupo de doce personas elegidas al azar, de acuerdo al grado de preferencia de este grupo, se determino los niveles de adición de panela más aceptables (20% y 23%). Como se puede observar en el gráfico 4.1.

Grafico 4.1. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PANELA.



Al observar el gráfico 4.1 se demuestra que los niveles 20 y 23 por ciento de adición de panela en la galleta, fueron los más aceptados por el grupo de degustadores.

En base a estos resultados se procedió a formular todos los tratamientos.

4.1.2. DEFINICIÓN DEL PORCENTAJE MAXIMO DE CHOCHO Y QUINUA EN LA GALLETA.

Al tratarse de una galleta del tipo de masa antiaglutinante no hay una regla o receta específica a la cual basarse en la que diga la cantidad de los ingredientes. Debido a esto nos hemos basado en una prueba preliminar realizada en el laboratorio para definir el porcentaje máximo de chocho y quinua con los que se trabajó en la investigación.

Se tomo en cuenta dos características como son la dificultad de manejo de la masa y la ruptura de la galleta luego del horneo y se comprobó que al incluir un 70% tanto de quinua y chocho, las galletas son manejables y no presentan disgregación luego del horneo. Caso contrario, cuando se trabajó con mezclas superiores a 70% de adición de quinua y chocho existió varios problemas como la dificultad durante el amasado. Perdidas muy elevadas debido a adherencias en los recipientes y la manga; además durante el horneo la galleta se deformó y una vez obtenida la galleta esta se disgregó fácilmente.

4.2. RESULTADOS DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

Durante el desarrollo de la investigación se tomó datos para las diferentes variables, es decir el pH a los diferentes tiempos de reposo, el tiempo de horneo, el peso durante el proceso para determinar las pérdidas y posteriormente se evaluó las características organolépticas de las galletas.

A continuación presentamos los datos obtenidos para cada tratamiento, con sus respectivas medias, El Análisis de Varianza ADEVA, pruebas de significación y gráficos.

4.2.1. Análisis Estadístico para la variable pH inicial de la masa.

En la tabla 4.1, constan los valores de pH de las tres repeticiones para cada tratamiento al inicio del reposo de la masa, y las medias de cada uno, entre las

que se destaca el tratamiento T15 como la media con el pH más alto, al iniciar con un valor es de 6.80.

Tabla 4.1. VALORES OBTENIDOS DEL pH INICIAL DE LA MASA PARA CADA TRATAMIENTO.

Tratamientos	Codigo	Repeticiones			Σ	Media
		I	II	III		
T1	m1p1	6.6	6.6	6.8	20.00	6.67
T2	m1p2	6.5	6.3	6.6	19.40	6.47
T3	m2p1	6.5	6.6	6.6	19.70	6.57
T4	m2p2	6.5	6.4	6.5	19.40	6.47
T5	m3p1	6.5	6.5	6.5	19.50	6.50
T6	m3p2	6.2	6.3	6.3	18.80	6.27
T7	m4p1	6.4	6.6	6.6	19.60	6.53
T8	m4p2	6.4	6.4	6.3	19.10	6.37
T9	m5p1	6.6	6.6	6.6	19.80	6.60
T10	m5p2	6.7	6.6	6.6	19.90	6.63
T11	m6p1	6.7	6.7	6.8	20.20	6.73
T12	m6p2	6.6	6.6	6.6	19.80	6.60
T13	m7p1	6.6	6.7	6.7	20.00	6.67
T14	m7p2	6.7	6.8	6.6	20.10	6.70
T15	m8p1	6.8	6.8	6.8	20.40	6.80
T16	m8p2	6.6	6.6	6.8	20.00	6.67
T17	m9p1	6.6	6.6	6.7	19.90	6.63
T18	m9p2	6.7	6.5	6.6	19.80	6.60
T19	m10p1	6.2	6.3	6.4	18.90	6.30
T20	m10p2	6.4	6.4	6.5	19.30	6.43
T21	m11p1	6.8	6.8	6.6	20.20	6.73
T22	m11p2	6.4	6.4	6.5	19.30	6.43
T23	m12p1	6.5	6.6	6.6	19.70	6.57
T24	m12p2	6.5	6.5	6.4	19.40	6.47
Σ					472.20	6.56

Tabla 4.2. ADEVA PARA LA VARIABLE pH INICIAL DE LA MASA.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabular	
					5%	1%
Total	71	1.61	0.02			
Tratamientos	23	1.32	0.06	9.40 **	1.74	2.20
Factor A (Mezcla)	11	0.89	0.08	13.21 **	1.99	2.64
Factor B (Panela)	1	0.18	0.18	29.45 **	4.04	7.19
I. (AXB)	11	0.25	0.02	3.77 **	1.99	2.64
E.exp	48	0.29	0.01			

CV = 1.19%

Simbología:

NS = no significativo

* = significativo

** = Altamente significativo

CV = Coeficiente de variación

Al realizar el ADEVA para la variable pH inicial de la masa se obtuvo alta significación estadística tanto para tratamientos, factor A, B e interacción A x B. Los tratamientos no son iguales en cuanto a la variable pH inicial de la masa. Lo que demuestra que existen variaciones de pH en las mezclas debido a la variación de los componentes en la formula. Las diferencias significativas encontradas en el factor B demuestran que el porcentaje de panela influye en la variación del pH. Así mismo existe diferencia para el factor A x B debido a los componentes de la mezcla y la cantidad de panela adicionada.

El Coeficiente de Variación es de 1.19% que esta dentro del rango permitido para este tipo de investigación.

4. 2.1.1. Prueba de Significación de Tukey para los tratamientos:

Tabla 4.3. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE pH INICIAL.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS				
T15	6.80	a	b			
T21	6.73					
T11	6.73					
T14	6.70					
T1	6.67		c			
T13	6.67					
T16	6.67					
T10	6.63					
T17	6.63		d			
T9	6.60					
T12	6.60					
T18	6.60					
T3	6.57		e			
T7	6.53					
T23	6.51					
T5	6.50					
T2	6.47					
T4	6.47					
T24	6.47					
T20	6.43					
T22	6.43					
T8	6.37					
T19	6.30					
T6	6.27					

En la tabla 4.3, se observa los rangos obtenidos de la prueba de Tukey al 5%, determinándose cinco rangos (A, B, C, D, E.). De los cuales el tratamiento T15 (Trigo 60%, quinoa 40% y panela 20%) ha alcanzado un pH más alto.

Tabla 4.4. TUKEY PARA EL FACTOR A EN LA VARIABLE pH INICIAL.

MEZCLAS	MEDIAS	RANGOS	
m8	6.73	a	
m7	6.68		b
m6	6.67		b
m5	6.62		b
m9	6.62		b
m11	6.58		b
m1	6.57		b
m2	6.52		b
m12	6.52		b
m4	6.45		b
m3	6.38		b
m10	6.37		b

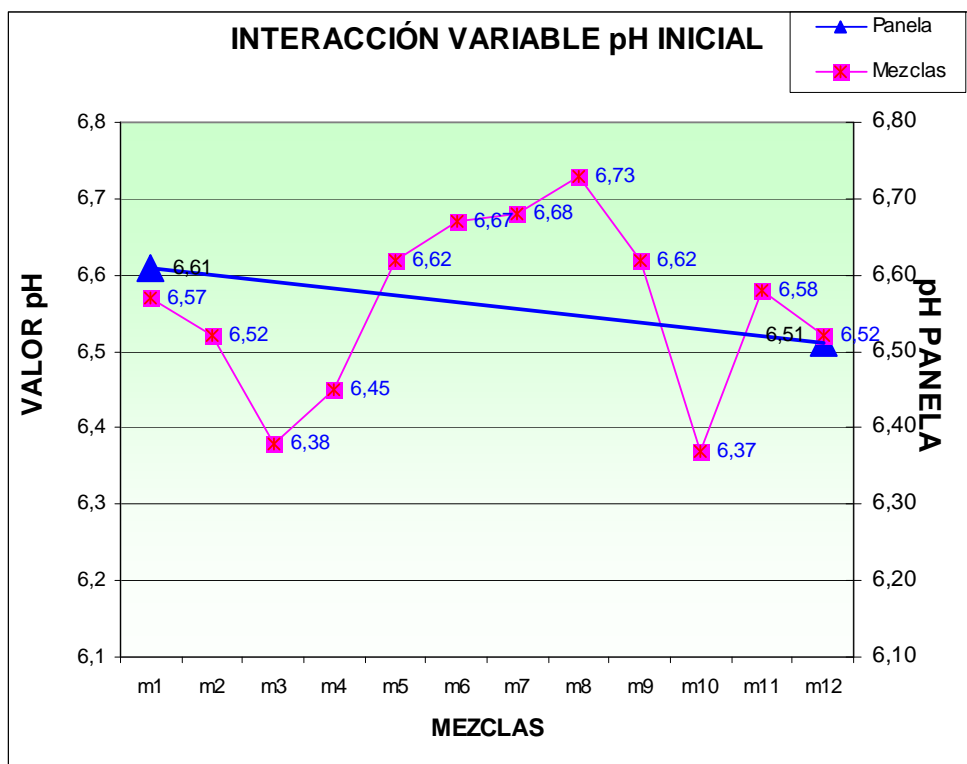
En el caso de las mezclas al inicio de leudado se puede diferenciar dos rangos, “a” y “b”. La mezcla: **m8 (trigo 60%-quinua 40%)**, es la única que obtuvo el rango “a”, porque alcanza un pH más alto lo que significa que tiene un mejor leudado y consecuentemente será un mejor producto.

Tabla 4.5. DMS AL 5% DE SIGNIFICACIÓN PARA EL FACTOR B.

Niveles del Factor B	Medias	Rangos
P1	6.61	a
P2	6.51	b

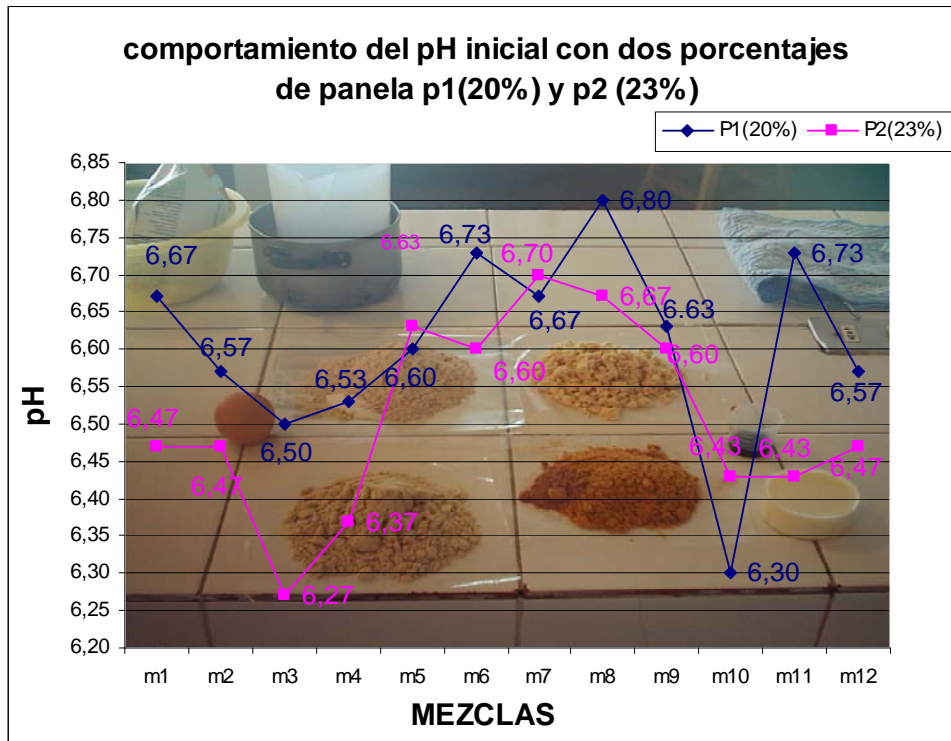
En la prueba DMS al 5% para el factor B, se encuentra que existe diferencia significativa entre los dos niveles de panela P1 (panela 20%) y P2 (panela 23%); siendo mejor el alcanzado por P1 (panela 20%), con una media de 6.61 de pH.

Grafico N° 4.2. INTERACCIÓN A X B EN LA VARIABLE pH INICIAL DE LA MASA.



En el gráfico 4.2, se observa que existe efecto en el pH inicial de las masas obtenidas con panela y mezclas, siendo la mezcla (**m5**) compuesta por 30% trigo-70% quinua con el 20% (p1) de panela. Influyen cada uno de los componentes en el pH alcanzando un valor de 6.58, así mismo la mezcla (**m9**) con 20% (p1) de panela cuyo punto de interacción se da en un valor de pH 6.54 y para la mezcla (**m12**) con el 23% (p2) de panela. También existe el efecto de los componentes en el comportamiento del pH con un valor de 6.51.

Grafico 4.3. COMPORTAMIENTO DEL pH INICIAL CON DOS DIFERENTES PORCENTAJES DE PANELA. P1 (20%) Y P2 (23%).



En el gráfico 4.3, se muestra el comportamiento de las diferentes mezclas de galletas con los dos porcentajes de panela utilizados; p1 con 20% y p2 con 23%.

4.2.2. Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los cinco minutos de reposo.

Tabla 4.6. pH DE LA MASA A LOS CINCO MINUTOS DE REPOSO.

Tratamientos	Codigo	Repeticiones			Σ	Media
		I	II	III		
T1	m1p1	6.6	6.6	6.8	20.00	6.67
T2	m1p2	6.5	6.4	6.6	19.50	6.50
T3	m2p1	6.5	6.6	6.6	19.70	6.57
T4	m2p2	6.5	6.5	6.6	19.60	6.53
T5	m3p1	6.5	6.5	6.4	19.40	6.47
T6	m3p2	6.2	6.3	6.3	18.80	6.27
T7	m4p1	6.4	6.6	6.6	19.60	6.53
T8	m4p2	6.4	6.4	6.3	19.10	6.37
T9	m5p1	6.6	6.6	6.7	19.90	6.63
T10	m5p2	6.7	6.7	6.7	20.10	6.70
T11	m6p1	6.7	6.7	6.9	20.30	6.77
T12	m6p2	6.7	6.7	6.7	20.10	6.70
T13	m7p1	6.7	6.7	6.7	20.10	6.70
T14	m7p2	6.7	6.9	6.6	20.20	6.73
T15	m8p1	6.8	6.8	6.8	20.40	6.80
T16	m8p2	6.6	6.7	6.9	20.20	6.73
T17	m9p1	6.6	6.6	6.7	19.90	6.63
T18	m9p2	6.7	6.6	6.6	19.90	6.63
T19	m10p1	6.2	6.3	6.4	18.90	6.30
T20	m10p2	6.4	6.4	6.6	19.40	6.47
T21	m11p1	6.8	6.8	6.6	20.20	6.73
T22	m11p2	6.4	6.4	6.5	19.30	6.43
T23	m12p1	6.5	6.6	6.6	19.70	6.57
T24	m12p2	6.5	6.5	6.4	19.40	6.47
Σ					473.70	6.58

En la tabla 4.6, constan los valores de pH de las tres repeticiones con las medias obtenidas para cada tratamiento a los cinco minutos de reposo. En este tiempo sobresale el tratamiento T15 con el valor de pH de 6.80.

A continuación se muestra el Análisis de Varianza para la variable pH conforme se indica en la tabla 4.7, encontrándose un alto nivel de significación para tratamientos, factores e interacción.

Tabla 4.7. ADEVA PARA LA VARIABLE pH A LOS CINCO MINUTOS DE REPOSO.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.calculada	F.tabular	
					5%	1%
Total	71	1.86	0.03			
Tratamientos	23	1.52	0.07	9.32 **	1.79	2.29
Factor A (Mezcla)	11	1.16	0.11	14.89 **	2.00	2.66
Factor B (Panela)	1	0.09	0.09	12.25 **	4.08	7.31
I. (AXB)	11	0.27	0.02	3.48 **	2.00	2.66
E.exp	48	0.34	0.01			

C.V = 1.28%

El ADEVA para la variable pH a los 5 minutos de reposo de la masa se observa que hay alta significación estadística para tratamientos, para factor A (Mezclas), factor B (% de panela), y para las interacciones mezclas y porcentajes de panela (A x B). El Coeficiente de Variación es de 1.28%. La significación estadística se debe a la diferencia de las mezclas (Factor A) en cuanto a porcentaje de ingredientes y también en porcentaje de panela (Factor B) por lo tanto la interacción A x B también presenta significación estadística.

Al ser altamente significativos y para saber con mayor claridad las diferencias se procede a realizar el análisis de Tukey para tratamientos, mezclas y DMS para el factor B.

A continuación se muestra la Prueba de tukey. En ella se indica los puntos de significación estadísticos correspondientes al factor A.

Tabla 4.8. PRUEBA DE TUKEY A LOS CINCO MINUTOS DE REPOSO.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T15	6.80	a
T11	6.77	b
T21	6.73	c
T16	6.73	c
T14	6.73	c
T13	6.70	c
T12	6.70	c
T10	6.70	c
T1	6.67	d
T18	6.63	d
T17	6.63	d
T9	6.63	d
T23	6.57	e
T3	6.57	e
T7	6.53	e
T4	6.53	e
T2	6.50	e
T24	6.47	e
T20	6.47	e
T5	6.47	e
T22	6.43	e
T8	6.37	e
T19	6.30	e
T6	6.27	e

En la tabla 4.8, se observa cinco rangos de significación. El rango “a” corresponde por la media del tratamiento: T15 (trigo 60%-quinua 40%-panela 20%) seguido por las medias de los tratamientos T11 (trigo 40%-quinua 60%-panela 20%) que ocupa el rango “b”; lo que significa que T15 y T11 tienen un pH

más alto y consecuentemente requieren menor tiempo de leudado ya que las condiciones de la masa mejoran.

Tabla 4.9. TUKEY PARA FACTOR A EN LOS CINCO MINUTOS DE REPOSO.

MEZCLAS	MEDIAS	RANGOS	
m8	6.77	a	
m6	6.73		b
m7	6.72		b
m5	6.67		c
m9	6.63		c
m11	6.58		c
m1	6.58		c
m2	6.55		c
m12	6.52		c
m4	6.45		c
m10	6.38		c
m3	6.37		c

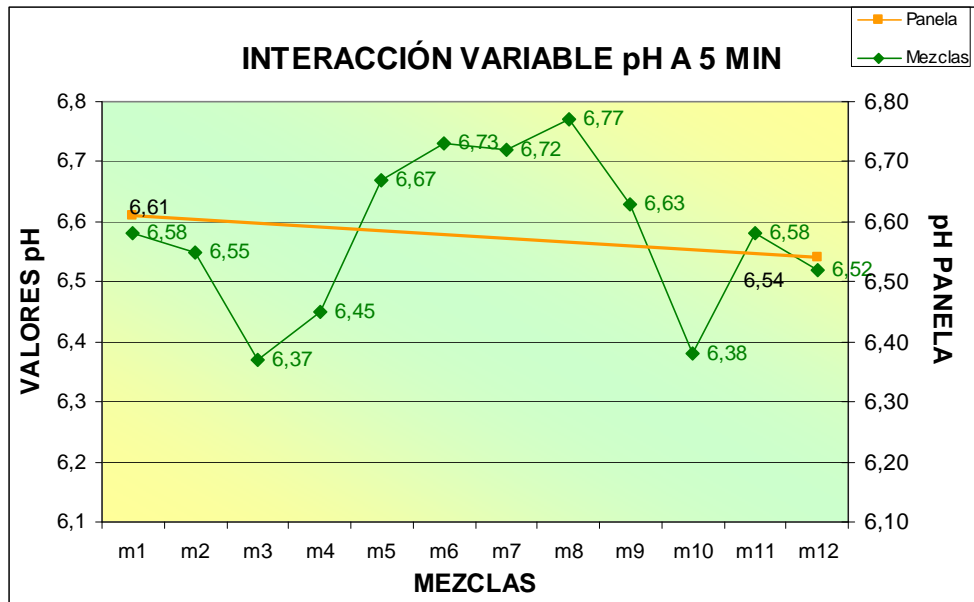
A los cinco minutos de reposo se encuentran tres rangos: a, b y c. siendo m8 la mezcla compuesta de 60% de trigo y 40% de quinua, la que se ubica en el rango “a”, y tiene un pH de 6.77.

Tabla 4.10. DMS AL 5% DE SIGNIFICACIÓN PARA EL FACTOR B.

Niveles del Factor B	Medias	Rangos
P1	6.61	a
P2	6.54	b

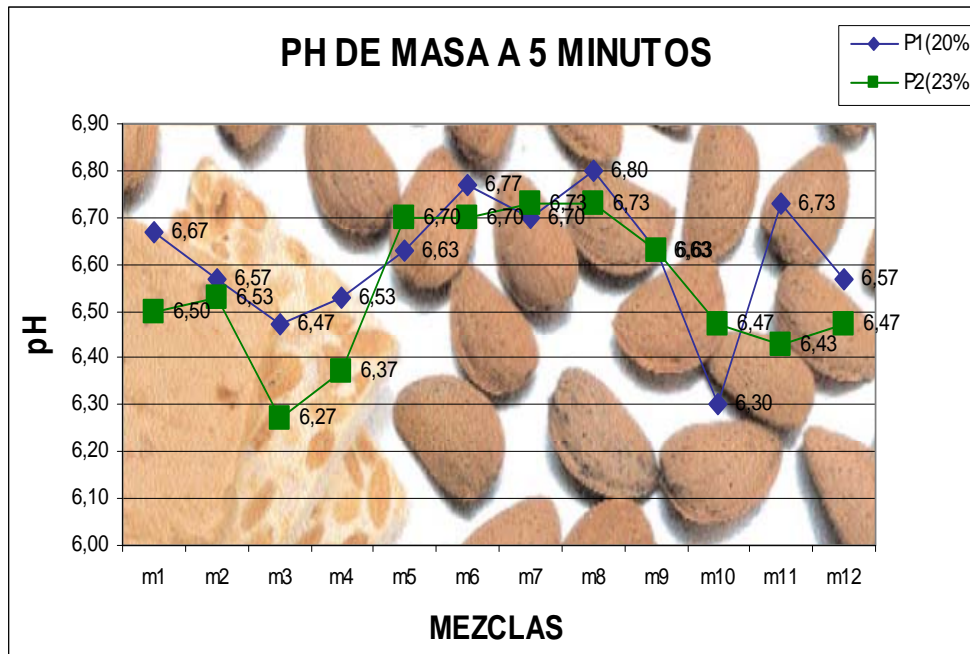
En la prueba DMS al 5% para el factor B, se encuentra que existe diferencia significativa entre los dos niveles de panela P1 y P2; siendo mejor el alcanzado por P1, con una media de 6.61 de pH a los cinco minutos de reposo.

**Grafico 4.4. INTERACCIÓN A X B EN LA VARIABLE pH DE LA MASA
A LOS CINCO MINUTOS.**



En el gráfico 4.4, se observa que existe interacción entre los Factores (A y B), en el punto de interacción el pH es 6.54 y 6.58 valores que se encuentran entre las mezclas **m5** compuesta un 30% trigo, 70% quinua, en la mezcla **m9** que contiene trigo 30%, quinua 35%, chocho 35%; en la mezcla **m11** constituida de trigo 50%, chocho 25% y quinua 25% y la mezcla **m12** conformada de trigo 60%, chocho 20% quinua 20%.

Grafico 4.5. COMPORTAMIENTO DEL pH DE LA MASA A CINCO MINUTOS DEL REPOSO CON DOS PORCENTAJES DE PANELA. P1 Y P2.



En el gráfico 4.5, se conserva la tendencia que tuvo el pH al inicio del reposo. Durante este tiempo se observan valores que tienden a aumentar como es el caso de la mezcla **m8** compuesta de trigo 60% y quinua 40%. Especialmente se destaca el valor 6.80 en el pH para esta mezcla con el porcentaje de panela p1 (20%).

4.2.3. Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los diez minutos de reposo.

Tabla 4.11. VALORES OBTENIDOS DEL pH DE LA MASA A LOS DIEZ MINUTOS DE REPOSO.

Tratamientos	Codigo	Repeticiones			Σ	Media
		I	II	III		
T1	m1p1	6.6	6.6	6.8	20.00	6.67
T2	m1p2	6.6	6.4	6.6	19.60	6.53
T3	m2p1	6.5	6.6	6.6	19.70	6.57
T4	m2p2	6.5	6.5	6.6	19.60	6.53
T5	m3p1	6.5	6.5	6.4	19.40	6.47
T6	m3p2	6.2	6.3	6.3	18.80	6.27
T7	m4p1	6.4	6.6	6.6	19.60	6.53
T8	m4p2	6.3	6.3	6.2	18.80	6.27
T9	m5p1	6.6	6.6	6.7	19.90	6.63
T10	m5p2	6.8	6.8	6.7	20.30	6.77
T11	m6p1	6.8	6.7	6.9	20.40	6.80
T12	m6p2	6.8	6.8	6.8	20.40	6.80
T13	m7p1	6.7	6.7	6.7	20.10	6.70
T14	m7p2	6.8	6.9	6.6	20.30	6.77
T15	m8p1	6.9	6.8	6.8	20.50	6.83
T16	m8p2	6.7	6.7	7	20.40	6.80
T17	m9p1	6.6	6.6	6.7	19.90	6.63
T18	m9p2	6.7	6.6	6.6	19.90	6.63
T19	m10p1	6.3	6.3	6.4	19.00	6.33
T20	m10p2	6.4	6.4	6.6	19.40	6.47
T21	m11p1	6.9	6.8	6.6	20.30	6.77
T22	m11p2	6.4	6.3	6.5	19.20	6.40
T23	m12p1	6.5	6.7	6.6	19.80	6.60
T24	m12p2	6.6	6.5	6.5	19.60	6.53
Σ					474.90	6.60

Tabla 4.12. ADEVA PARA LA VARIABLE pH A LOS DIEZ MINUTOS DE REPOSO.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.calculada	F.tabular	
					5%	1%
Total	71	2.39	0.03			
Tratamientos	23	1.99	0.09	10.38 **	1.79	2.29
Factor A (Mezcla)	11	1.52	0.14	16.62 **	2.00	2.66
Factor B (Panela)	1	0.07	0.07	8.82 **	4.08	7.31
I. (AXB)	11	0.39	0.04	4.27 **	2.00	2.66
E.exp	48	0.40	0.01			

CV = 1.38%

Analizando el ADEVA para la variable pH a los 10 minutos de reposo de la masa, se observa que existe significación estadística para tratamientos, para factor A (Mezclas), factor B (% de panela), y para interacciones (A x B). El Coeficiente de Variación es de 1.38%.

Al ser altamente significativos y para saber con claridad cuales son estas diferencias se procede a realizar otros análisis estadísticos complementarios y son Tukey para tratamientos, mezclas y DMS para los factores A y B.

Tabla 4.13. PRUEBA DE TUKEY A LOS DIEZ MINUTOS DE REPOSO.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T15	6.83	a
T16	6.80	a
T12	6.80	a
T11	6.80	a
T21	6.77	b
T14	6.77	b
T10	6.77	b
T13	6.70	c
T1	6.67	c
T18	6.63	d
T17	6.63	d
T9	6.63	d
T23	6.60	d
T3	6.57	e
T24	6.53	e
T7	6.53	e
T4	6.53	e
T2	6.53	e
T20	6.47	e
T5	6.47	e
T22	6.40	e
T19	6.33	e
T8	6.27	e
T6	6.27	e

En la tabla 4.11, se distingue cinco rangos de significación. El primer rango ocupan las medias de los tratamientos: T15 (Trigo 60%-quinua 40%-panela 20%), T16 (trigo 60%-quinua40%-panela 23%), T12 (trigo 40%-quinua60%-panela 23%), T11 (trigo 40%-quinua60%-panela 20%). Lo que significa que estas medias tienen valores altos de pH y alcanzan un tiempo de leudado más rápido mejorando las características de la masa.

Tabla 4.14. TUKEY PARA EL FACTOR A. A LOS DIEZ MINUTOS DE REPOSO.

MEZCLAS	MEDIAS	RANGOS	
m8	6.82	a	
m6	6.80	a	
m7	6.73	a	
m5	6.70	b	
m9	6.63		c
m1	6.60		c
m11	6.58		c
m12	6.57		c
m2	6.55		c
m4	6.40		c
m10	6.40		c
m3	6.37		c

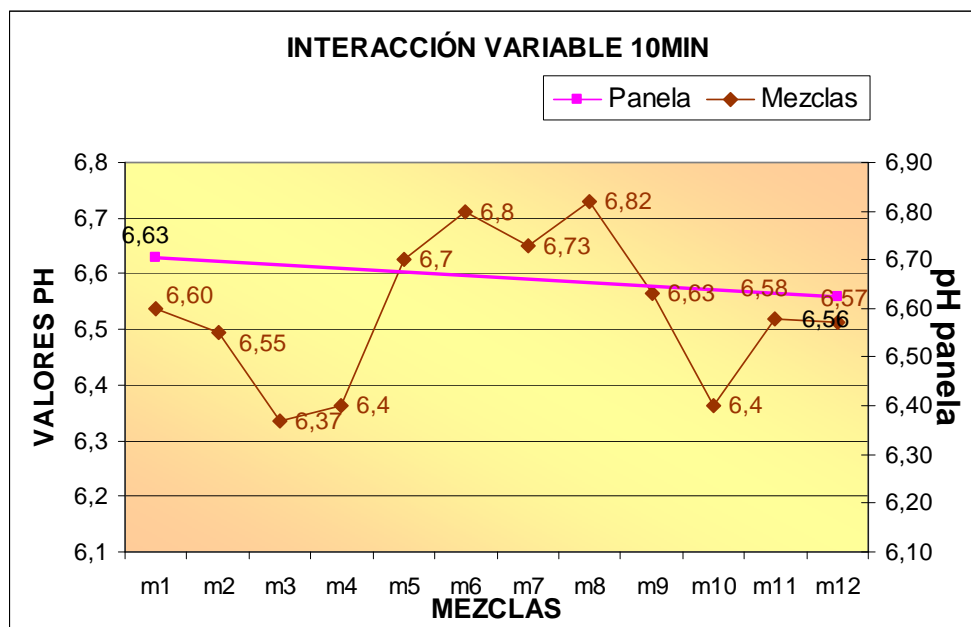
A los diez minutos de leudado se encuentran tres rangos: a, b y c. siendo **m8** (trigo60% - quinua40%), **m6** (trigo40% - quinua60%) y **m7** (trigo 50% - quinua50%), las medias que mayor pH alcanzan, cuyos valores de pH están entre 6.73 y 6.82.

Tabla 4.15. DMS AL 5% DE SIGNIFICACIÓN PARA EL FACTOR B.

Niveles del Factor B	Medias	Rangos
P1	6.63	a
P2	6.54	b

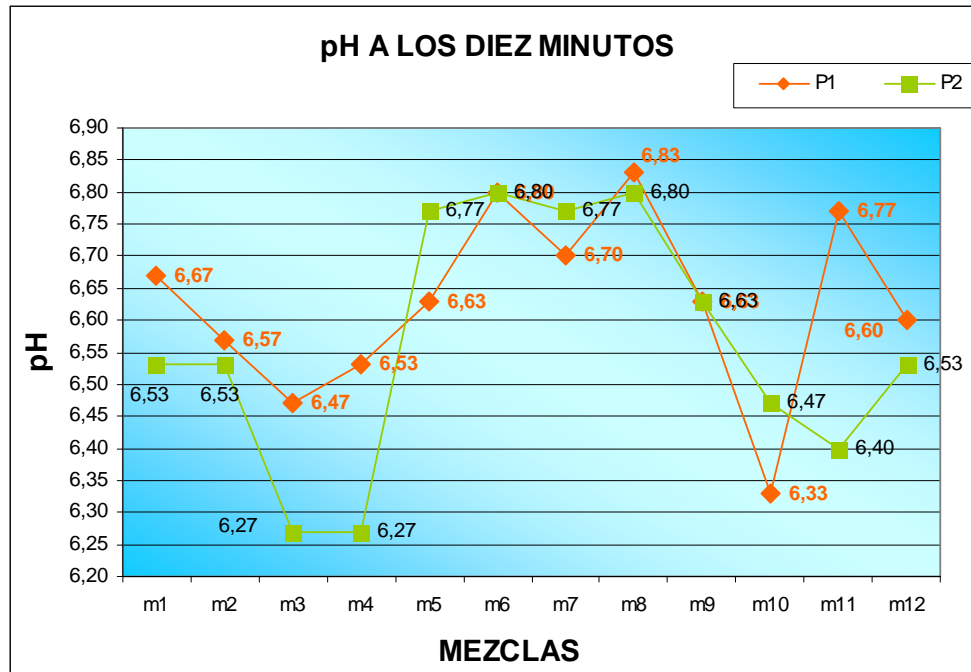
En la prueba DMS al 5% para el factor B, se encuentra que existe diferencia significativa entre las los dos niveles de panela P1 y P2; siendo mejor el alcanzado por P1, con una media de 6.63 de pH a los diez minutos de reposo.

**Gráfico 4.6. INTERACCIÓN A X B EN LA VARIABLE pH DE LA MASA
A LOS DIEZ MINUTOS DE REPOSO.**



En el gráfico 4.6, se observa que existe un efecto en las mezclas de la variable pH de la masa a los 10 minutos de reposo. Encontrándose dicho efecto en la mezcla m5 (trigo 30%-quinua 70%) en el valor de pH 6.60; mezcla m9 (trigo 30%-chocho 35%, quinua 35%) en el valor de pH 6.58 y para las mezclas m11 (trigo 50%-chocho 25%, quinua 25%) y m12 (trigo 60%-chocho 20%, quinua 20%) en un valor de pH 6.57.

Grafico 4.7. COMPORTAMIENTO DEL pH DE LA MASA A DIEZ MINUTOS DE REPOSO CON DOS DIFERENTES PORCENTAJES DE PANELA. P1 Y P2.



A los 10 minutos de reposo, existe valores muy variados de pH como se puede observar en el gráfico 4.7, pero el comportamiento es similar al tiempo anterior. La mezcla **m8** alcanza el valor máximo de pH con p1 mientras que las mezclas **m3** y **m4** con el porcentaje p2; arrojan valores muy bajos.

4.2.4. Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los quince minutos de reposo.

Tabla 4.16. VALORES OBTENIDOS DEL pH DE LA MASA A LOS QUINCE MINUTOS PARA CADA TRATAMIENTO.

Tratamientos	Codigo	Repeticiones			Σ	Media
		I	II	III		
T1	m1p1	6.7	6.6	6.8	20.10	6.70
T2	m1p2	6.6	6.4	6.6	19.60	6.53
T3	m2p1	6.6	6.6	6.6	19.80	6.60
T4	m2p2	6.5	6.5	6.7	19.70	6.57
T5	m3p1	6.5	6.5	6.4	19.40	6.47
T6	m3p2	6.2	6.3	6.4	18.90	6.30
T7	m4p1	6.3	6.6	6.6	19.50	6.50
T8	m4p2	6.2	6.3	6.2	18.70	6.23
T9	m5p1	6.7	6.6	6.8	20.10	6.70
T10	m5p2	6.9	6.8	6.8	20.50	6.83
T11	m6p1	6.6	6.7	7	20.30	6.77
T12	m6p2	6.8	6.8	6.8	20.40	6.80
T13	m7p1	6.8	6.8	6.8	20.40	6.80
T14	m7p2	6.7	6.9	6.6	20.20	6.73
T15	m8p1	6.9	6.8	6.8	20.50	6.83
T16	m8p2	6.7	6.7	7	20.40	6.80
T17	m9p1	6.7	6.6	6.7	20.00	6.67
T18	m9p2	6.7	6.6	6.6	19.90	6.63
T19	m10p1	6.3	6.3	6.5	19.10	6.37
T20	m10p2	6.5	6.4	6.6	19.50	6.50
T21	m11p1	6.9	6.8	6.6	20.30	6.77
T22	m11p2	6.4	6.3	6.5	19.20	6.40
T23	m12p1	6.4	6.7	6.7	19.80	6.60
T24	m12p2	6.7	6.5	6.5	19.70	6.57
Σ					476.00	6.61

En la tabla 4.16 se encuentran los valores de las tres repeticiones del pH para el tiempo de 15 minutos, con las medias para cada tratamiento, entre las que se observa destacar la media del tratamiento T15 con un valor de 6.83, al igual que T10.

Tabla 4.17. ADEVA PARA LA VARIABLE pH A LOS QUINCE MINUTOS.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.calculada	F.tabular	
					5%	1%
Total	71	2.67	0.04			
Tratamientos	23	2.06	0.09	7.10 **	1.79	2.29
Factor A (Mezcla)	11	1.60	0.15	11.54 **	2.00	2.66
Factor B (Panela)	1	0.09	0.09	7.43 **	4.08	7.31
I. (AXB)	11	0.37	0.03	2.63 *	2.00	2.66
E.exp	48	0.61	0.01			

CV = 1.70%

Analizando el ADEVA para la variable pH a los 15 minutos se concluye que hay alta significación estadística para tratamientos, para factor A (Mezclas), factor B (% de panela), y significativo para interacciones (A x B). El coeficiente de Variación es de 1.70%.

Al ser altamente significativos y para saber con más claridad cuales son estas diferencias se procede a realizar otros análisis estadísticos complementarios y son Tukey para tratamientos y DMS para el Factor B.

Tabla 4.18. PRUEBA DE TUKEY A LOS QUINCE MINUTOS DE REPOSO.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T15	6.83	a	
T10	6.83	a	
T16	6.80		b
T13	6.80		b
T12	6.80		b
T21	6.77		b
T11	6.77		b
T14	6.73		c
T9	6.70		c
T1	6.70		c
T17	6.67		d
T18	6.63		d
T23	6.60		d
T3	6.60		d
T24	6.57		d
T4	6.57		d
T2	6.53		d
T20	6.50		d
T7	6.50		d
T5	6.47		d
T22	6.40		d
T19	6.37		d
T6	6.30		d
T8	6.23		d

En la prueba de Tukey para esta variable se puede ver cuatro rangos, a, b, c, d en el primer rango se ubican las medias de los tratamientos: T15 (trigo 60%-quinua40%- panela 20%), T10(trigo 30%-quinua70%- panela 23%), siendo estos los valores de pH más altos para este tiempo, lo que significa que estas masas han leudado rápidamente.

Tabla 4.19. TUKEY PARA EL FACTOR A. A LOS QUINCE MINUTOS DE REPOSO.

MEZCLAS	MEDIAS	RANGOS
m8	6.82	a
m6	6.78	a
m5	6.77	a
m7	6.77	a
m9	6.65	b
m1	6.62	b
m2	6.58	b
m11	6.58	b
m12	6.58	b
m10	6.43	b
m3	6.38	b
m4	6.37	b

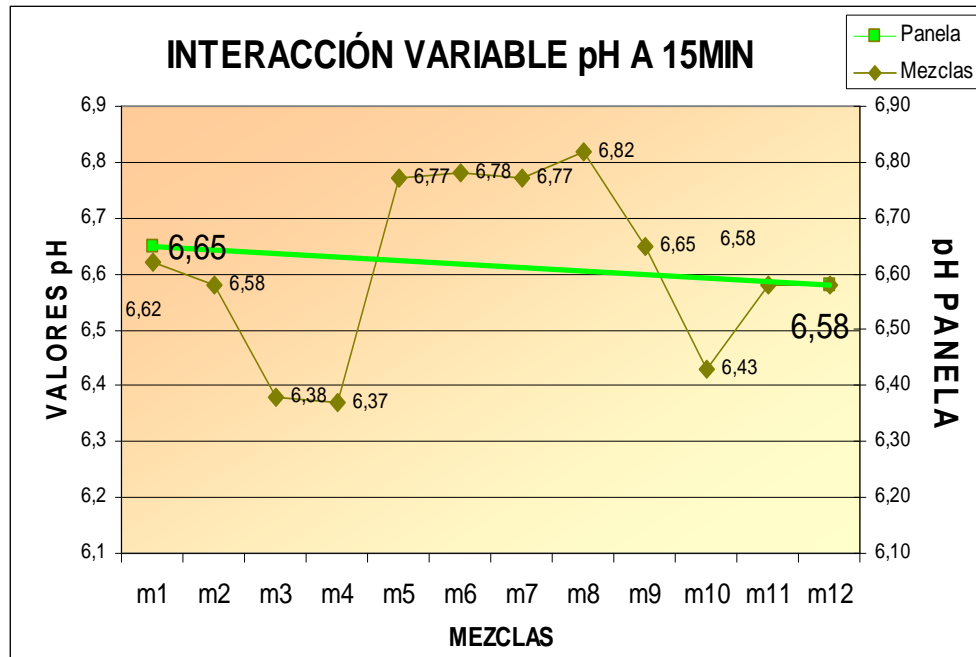
A los quince minutos de reposo se encuentran dos rangos: a y b. Las mezclas **m8** (trigo 60%-quinua40%), **m6** (trigo 40%-quinua60%), **m5** (trigo 30%-quinua70%) y **m7** (trigo 50%-quinua50%), están ubicadas en el rango “a”. estas mezclas alcanzan valores de pH más altos en menor tiempo.

Tabla 4.20. DMS AL 5% DE SIGNIFICACIÓN PARA EL FACTOR B.

Niveles del Factor B	Medias	Rangos
P1	6.65	a
P2	6.58	b

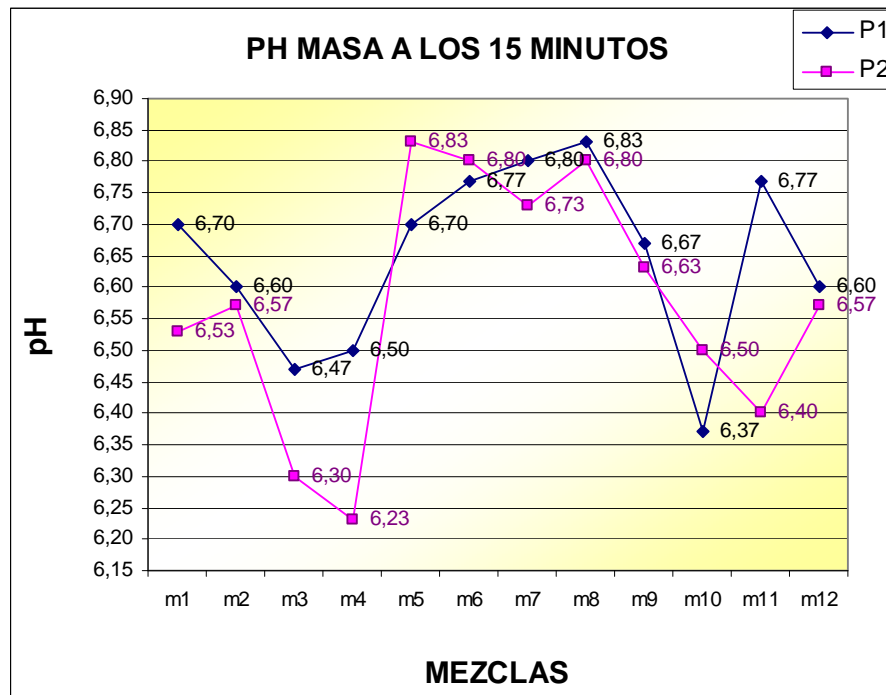
En la prueba DMS al 5% para el factor B, se encuentra que existe diferencia significativa entre las los dos niveles de panela P1 y P2; siendo mejor el alcanzado por P1, con una media de 6.65 de pH a los quince minutos de reposo.

**Grafico 4.8. INTERACCIÓN A X B EN LA VARIABLE pH DE LA MASA
A LOS QUINCE MINUTOS.**



El gráfico 4.8, demuestra una interacción entre los dos factores, en las mezclas **m5** en el punto 6.63 en la mezcla **m9** en el punto 6.60 y en las mezclas **m11** y **m12** en un valor de pH 6.58, porque existe un efecto en el pH en estos puntos donde se cruzan los dos factores.

Grafico 4.9. COMPORTAMIENTO DEL pH DE LA MASA A QUINCE MINUTOS DEL REPOSO CON DOS DIFERENTES PORCENTAJES DE PANELA. P1 Y P2.



El cuadro 4.9, muestra el comportamiento de las mezclas a los 15 minutos de reposo se registran valores muy variados de pH. La mezcla **m8** continua con el valor máximo de pH que es 8.3 con el porcentaje de panela p1 (20%). Mientras que **m4** con porcentaje p2 (23%) presentan valores muy inferiores.

4.2.5. Análisis Estadístico para la variable pH de la masa a los veinte minutos de reposo.

Tabla 4.21. VALORES OBTENIDOS DEL pH DE LA MASA A LOS VEINTE MINUTOS PARA CADA TRATAMIENTO.

Tratamientos	Codigo	Repeticiones			Σ	Media
		I	II	III		
T1	m1p1	6.7	6.6	6.9	20.20	6.73
T2	m1p2	6.7	6.3	6.5	19.50	6.50
T3	m2p1	6.6	6.6	6.6	19.80	6.60
T4	m2p2	6.5	6.5	6.7	19.70	6.57
T5	m3p1	6.4	6.5	6.4	19.30	6.43
T6	m3p2	6.1	6.4	6.4	18.90	6.30
T7	m4p1	6.3	6.5	6.8	19.60	6.53
T8	m4p2	6.2	6.2	6.2	18.60	6.20
T9	m5p1	6.8	6.7	6.9	20.40	6.80
T10	m5p2	7	6.9	6.8	20.70	6.90
T11	m6p1	6.5	6.7	7.1	20.30	6.77
T12	m6p2	6.9	6.8	6.8	20.50	6.83
T13	m7p1	6.8	6.8	6.8	20.40	6.80
T14	m7p2	6.7	6.9	6.6	20.20	6.73
T15	m8p1	6.9	6.8	6.8	20.50	6.83
T16	m8p2	6.7	6.7	7	20.40	6.80
T17	m9p1	6.7	6.7	6.8	20.20	6.73
T18	m9p2	6.7	6.6	6.6	19.90	6.63
T19	m10p1	6.3	6.3	6.5	19.10	6.37
T20	m10p2	6.6	6.4	6.6	19.60	6.53
T21	m11p1	6.9	6.9	6.6	20.40	6.80
T22	m11p2	6.5	6.3	6.5	19.30	6.43
T23	m12p1	6.3	6.8	6.7	19.80	6.60
T24	m12p2	6.6	6.5	6.5	19.60	6.53
Σ					476.90	6.62

En la tabla 4.21, se observa los valores de pH de los tratamientos con sus respectivas medias en el tiempo de 20 minutos. En este tiempo el tratamiento T10 supera a todas las medias con un valor de pH de 6.90.

Tabla.22. ADEVA PARA LA VARIABLE pH A LOS VEINTE MINUTOS.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.calculada	F.tabular	
					5%	1%
Total	71	3.43	0.05			
Tratamientos	23	2.44	0.11	5.12 **	1.79	2.29
Factor A (Mezcla)	11	1.86	0.17	8.19 **	2.00	2.66
Factor B (Panela)	1	0.13	0.13	6.45 *	4.08	7.31
I. (AXB)	11	0.44	0.04	1.92 N.S.	2.00	2.66
E.exp	48	0.99	0.02			

C.V. = 2.17%

En el ADEVA para la variable pH a los 20 minutos se encuentra una alta significación estadística para tratamientos y para factor A (Mezclas), significativo para factor B (% de panela), y no significativo para interacciones (A x B). El Coeficiente de Variación es de 2.17%.

Al encontrar una alta significación en tratamientos y factor A, y para saber con más claridad cuales son estas diferencias se procede a realizar otros análisis estadísticos complementarios y son Tukey para tratamientos y DMS para el factor B.

Tabla 4.23. PRUEBA DE TUKEY A LOS VEINTE MINUTOS DE REPOSO.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T10	6.90	a	
T15	6.83	a	
T12	6.83	a	
T21	6.80		b
T16	6.80		b
T13	6.80		b
T9	6.80		b
T11	6.77		b
T17	6.73		b
T14	6.73		c
T1	6.73		c
T18	6.63		d
T23	6.60		d
T3	6.60		d
T4	6.57		d
T24	6.53		d
T20	6.53		d
T7	6.53		d
T2	6.50		d
T22	6.43		d
T5	6.43		d
T19	6.37		d
T6	6.30		d
T8	6.20		d

En la Tabla 4.19, se distingue cuatro rangos, a, b, c, y d, en el primer rango se ubican las medias de los tratamientos: T10(trigo30%-quinua70%-panela23%), T15(trigo 60%-quinua40%-panela20%), T12(trigo40%-quinua60%-panela23%), siendo estos los valores de pH más altos alcanzados, lo que significa que estas masas son las que mejores características presentan.

Tabla 4.24. TUKEY PARA EL FACTOR A. A LOS VEINTE MINUTOS DE REPOSO.

MEZCLAS	MEDIAS	RANGOS
m5	6.85	a
m8	6.82	a
m6	6.80	b
m7	6.77	b
m9	6.68	b
m1	6.62	b
m11	6.62	b
m2	6.58	b
m12	6.57	b
m10	6.45	b
m3	6.37	b
m4	6.37	b

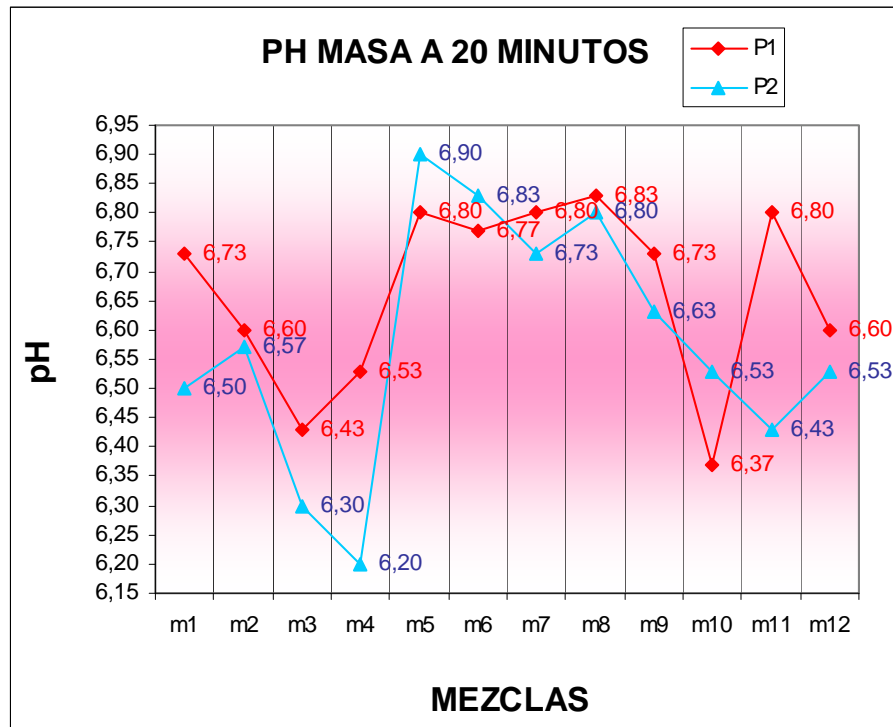
Se encontró dos rangos: a y b. siendo “a” las mezclas m5 (trigo 30%-quinua70%), M8 (trigo60%-quinua40%), con valores de pH de 6.85 y 6.82 respectivamente.

Tabla 4.25. DMS AL 5% DE SIGNIFICACIÓN PARA EL FACTOR B.

Niveles del Factor B	Medias	Rangos
P1	6.67	a
P2	6.58	b

En la prueba DMS al 5% para el factor B, se encuentra que existe diferencia significativa entre las los dos niveles de panela P1 y P2; siendo mejor el alcanzado por P1, con una media de 6.67 de pH a los veinte minutos de reposo.

Grafico N° 4.10. COMPORTAMIENTO DEL pH DE LA MASA A VEINTE MINUTOS DE REPOSO CON DOS DIFERENTES PORCENTAJES DE PANELA. P1 Y P2.



En el cuadro 4.10, se observa un incremento de pH en la mezcla **m5** con un porcentaje de panela p2 (23%) alcanzando un valor de 6.90 seguida de las mezclas **m6** y **m8** con pH 6.83. El pH más bajo se atribuye a **m4**..

4.2.6. Análisis Estadístico para la variable tiempo de horneo.

Tabla 4.26. VALORES DE TIEMPO DE HORNEO OBTENIDOS PARA CADA TRATAMIENTO.

Tratamientos	Codigo	Repeticiones			Σ	Media
		I	II	III		
T1	m1p1	23	20	22	65.00	21.67
T2	m1p2	22	22	22	66.00	22.00
T3	m2p1	21	22	23	66.00	22.00
T4	m2p2	19	20	21	60.00	20.00
T5	m3p1	20	21	23	64.00	21.33
T6	m3p2	21	20	20	61.00	20.33
T7	m4p1	20	20	22	62.00	20.67
T8	m4p2	20	18	18	56.00	18.67
T9	m5p1	19	23	19	61.00	20.33
T10	m5p2	21	21	19	61.00	20.33
T11	m6p1	20	20	20	60.00	20.00
T12	m6p2	19	19	20	58.00	19.33
T13	m7p1	22	21	21	64.00	21.33
T14	m7p2	19	21	22	62.00	20.67
T15	m8p1	18	18	18	54.00	18.00
T16	m8p2	20	19	19	58.00	19.33
T17	m9p1	21	20	20	61.00	20.33
T18	m9p2	19	18	19	56.00	18.67
T19	m10p1	21	20	19	60.00	20.00
T20	m10p2	20	20	21	61.00	20.33
T21	m11p1	20	22	20	62.00	20.67
T22	m11p2	21	20	20	61.00	20.33
T23	m12p1	20	22	18	60.00	20.00
T24	m12p2	18	20	20	58.00	19.33
Σ					1457.00	20.24

En la tabla 4.26 tenemos el tiempo de horneo para cada tratamiento con sus respectivas medias. El tratamiento T15 presenta el menor tiempo de horneo, esto es 18 minutos.

Tabla 4.27. ADEVA PARA LA VARIABLE TIEMPO DE HORNEO.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.calculada	F.tabular	
					5%	1%
Total	71	128.99	1.82			
Tratamientos	23	71.65	3.12	2.61 **	1.74	2.20
Factor A (Mezcla)	11	48.82	4.44	3.72 **	1.99	2.64
Factor B (Panela)	1	6.13	6.13	5.13 *	4.04	7.19
I. (AXB)	11	16.71	1.52	1.27 N.S.	1.99	2.64
E.exp	48	57.33	1.19			

C.V = 5.40%

Una vez analizado el ADEVA para la variable tiempo de horneo se dedujo una alta significación estadística para tratamientos y para factor A (Mezclas), significativo para el factor B (% de panela), y no significativo para la interacción (A x B). El coeficiente de Variación es de 5.40

La alta significación en cuanto a tratamientos y Factor A se debe a la diferencia del porcentaje de los componentes (trigo – chocho - quinua) en las mezclas. Mientras que el factor B es significativo debido a la variación del porcentaje de panela adicionados.

Al ser altamente significativos para tratamientos y factor A, y para saber con más claridad cuales son estas diferencias se procede a realizar otros análisis estadísticos complementarios como Tukey para tratamientos y DMS para el factor B.

Tabla 4.28. PRUEBA DE TUKEY PARA EL TIEMPO DE HORNEO.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T15	18,00	a
T8	18,67	a
T18	18,67	a
T12	19,33	a
T16	19,33	a
T24	19,33	a
T4	20,00	a
T11	20,00	a
T19	20,00	a
T23	20,00	a
T6	20,33	a
T9	20,33	a
T10	20,33	a
T17	20,33	a
T20	20,33	a
T22	20,33	a
T7	20,67	a
T14	20,67	a
T21	20,67	a
T5	21,33	a
T13	21,33	b
T1	21,67	b
T2	22,00	b
T3	22,00	b

Una Vez realizada la prueba de tukey para la variable tiempo de horneo se observa en la tabla 4.18 que existe dos rangos en el primer rango están ubicados los tratamientos: T15, T8, T18, T12, T16, T24, T4, T11, T19, T23, T6, T9, T10, T17, T20, T22, T7, T14, T21, T5. los mismos que son estadísticamente iguales.

Tabla 4.29. TUKEY PARA EL FACTOR A EN LA VARIABLE TIEMPO DE HORNEO.

MEZCLAS	MEDIAS	RANGOS
m8	18.67	a
m9	19.50	a
m12	19.67	a
m6	19.67	a
m4	19.67	a
m10	20.17	a
m5	20.33	a
m11	20.50	a
m3	20.83	a
m7	21.00	a
m2	21.00	a
m1	21.83	a

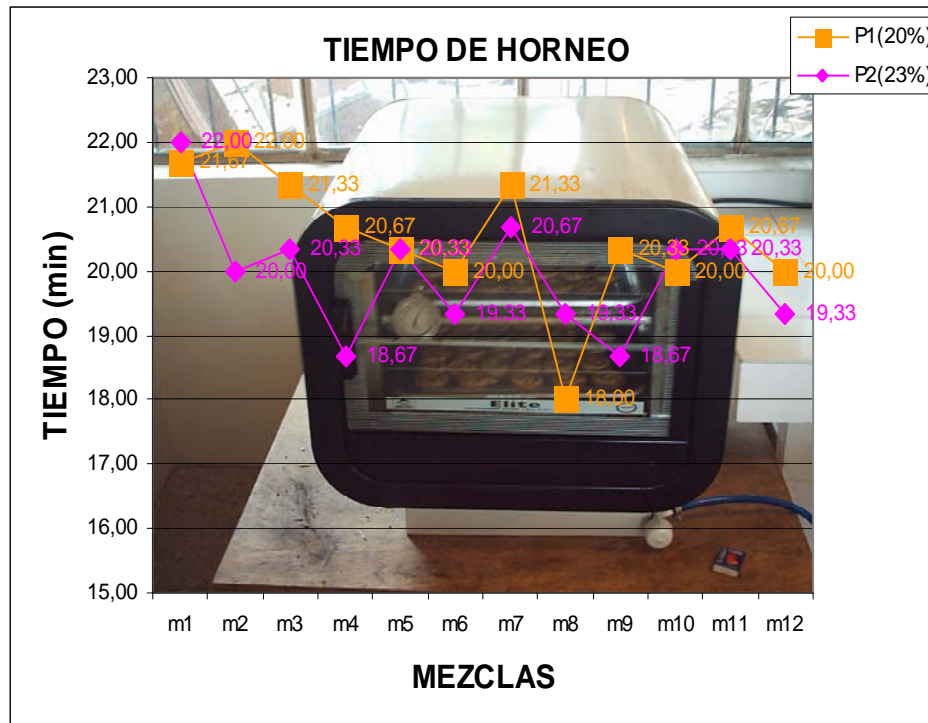
En la tabla 4.29, se observa que existe un solo rango en las medias de tiempo de horneo. Los valores van desde 21.83 a 18.67 minutos. Al mostrarse un solo rango se puede decir que todas las mezclas del factor A son estadísticamente iguales en cuanto a lo que a tiempo de horneo se refiere.

Tabla 4.30. DMS AL 5% DE SIGNIFICACIÓN PARA EL FACTOR B.

Niveles del Factor B	Medias	Rangos
P2	19.94	a
P1	20.53	b

En la prueba DMS al 5% para el factor B, se encuentra que existe diferencia significativa entre los dos niveles de panela P1 y P2; siendo mejor el alcanzado por P2, con una media de 19.94 minutos de tiempo de horneo.

Grafico 4.11. TIEMPO DE HORNEO DE LAS 12 MEZCLAS DE GALLETAS CON DOS DIFERENTES PORCENTAJES DE PANELA. P1 Y P2.



En el gráfico 4.11, se encuentra variaciones del tiempo de horneado para las diferentes mezclas. Razones por las que se presenta variaciones a pesar de haber controlado la temperatura del horno, esto se debe a las diferencias en cuanto a los porcentajes de los ingredientes usados en cada una de ellas.

4.2.7. Análisis Estadístico para la variable pérdidas de peso

Tabla 4.31. VALORES DE PÉRDIDAS DE PESO OBTENIDOS PARA CADA TRATAMIENTO.

Tratamientos	Codigo	Repeticiones			Σ	Media
		I	II	III		
T1	m1p1	261.8	182.2	222.8	666.80	222.27
T2	m1p2	245.7	237.3	234.6	717.60	239.20
T3	m2p1	234.8	230.8	237	702.60	234.20
T4	m2p2	227.9	229.6	238.2	695.70	231.90
T5	m3p1	209.2	203.4	210.2	622.80	207.60
T6	m3p2	221.1	197.3	217.4	635.80	211.93
T7	m4p1	216.4	217.8	218.9	653.10	217.70
T8	m4p2	211.8	208.4	206.8	627.00	209.00
T9	m5p1	229.2	133.4	222.4	585.00	195.00
T10	m5p2	223.7	209.3	230.3	663.25	221.08
T11	m6p1	232.2	220.7	217.3	670.20	223.40
T12	m6p2	229.3	208.8	200.6	638.70	212.90
T13	m7p1	193.5	195.7	197.9	587.10	195.70
T14	m7p2	215.8	195.3	220.2	631.30	210.43
T15	m8p1	189.9	194	214.2	598.10	199.37
T16	m8p2	188.5	182.6	175.1	546.20	182.07
T17	m9p1	194.3	195.7	190.6	580.60	193.53
T18	m9p2	209	173	177.4	559.40	186.47
T19	m10p1	175	194.3	188.6	557.90	185.97
T20	m10p2	202	181.7	185.6	569.30	189.77
T21	m11p1	170.8	188.2	182.2	541.20	180.40
T22	m11p2	173.8	165.5	173.13	512.43	170.81
T23	m12p1	172.6	172.5	160.2	505.30	168.43
T24	m12p2	182	167	167.4	516.40	172.13
Σ					14583.78	202.55

En la tabla 4.31, se muestra los valores de pérdidas en peso obtenidos durante el horneado en cada repetición para cada tratamiento, el valor de T23 es el más interesante por ser el que menos peso ha perdido dando un valor de pérdida de 168.43.

Tabla 4.32. ADEVA PARA LA VARIABLE PÉRDIDAS DE PESO.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.calculada	F.tabular	
					5%	1%
Total	71	42122.52	593.27			
Tratamientos	23	29479.37	1281.71	4.87 **	1.74	2.20
Factor A (Mezcla)	11	26684.14	2425.83	9.21 **	1.99	2.64
Factor B (Panela)	1	24.95	24.95	0.09 N.S.	4.04	7.19
I. (AXB)	11	2770.28	251.84	0.96 N.S.	1.99	2.64
E.exp	48	12643.15	263.40			

C.V = 8.01%

Analizando el ADEVA para la variable perdidas de peso se concluye que hay alta significación estadística para tratamientos y para factor A (Mezclas), y no se encuentra significación alguna en el factor B (% de panela) e interacciones. El coeficiente de Variación obtenido es de 8.01%.

Para saber con más claridad cuales son estas diferencias se procede a realizar otros análisis estadísticos complementarios como Tukey para tratamientos.

Tabla 4.33. PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE PÉRDIDAS DE PESO DURANTE EL HORNEO.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T23	168,43	a
T22	170,81	b
T24	172,13	c
T21	180,40	d
T16	182,07	d
T19	185,97	e
T18	186,47	e
T20	189,77	f
T17	193,53	f
T9	195,00	f
T13	195,70	f
T15	199,37	f
T5	207,60	f
T8	209,00	f
T14	210,43	f
T6	211,93	f
T12	212,90	f
T7	217,70	f
T10	221,08	f
T1	222,27	f
T11	223,40	f
T4	231,90	f
T3	234,20	f
T2	239,20	f

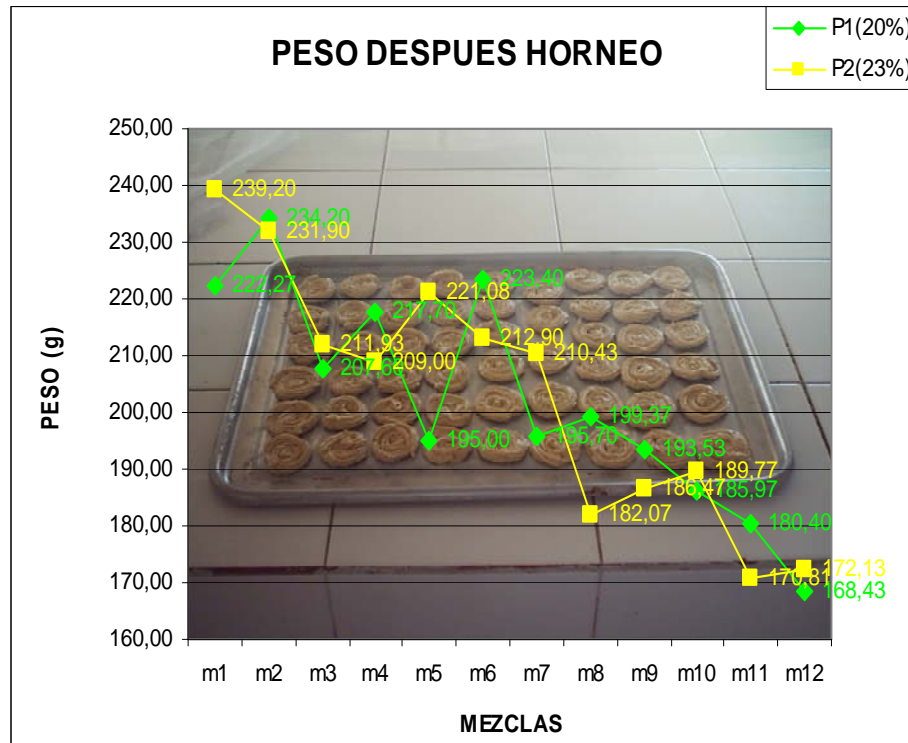
En la Tabla 4.33, se distingue seis rangos, el rango “a” representado por el tratamiento T23 (trigo60%-chocho40%-quinua20%) siendo el que menos pérdidas tiene seguido del T22 en el rango “b”.

Tabla 4.34. TUKEY PARA EL FACTOR A EN LA VARIABLE PÉRDIDAS DE PESO DURANTE EL HORNEADO.

MEZCLAS	MEDIAS	RANGOS
m12	170.28	a
m11	175.61	a
m10	187.87	a
m9	190.00	a
m8	190.72	a
m7	203.07	a
m5	208.04	a
m3	209.77	a
m4	213.35	a
m6	218.15	a
m1	230.73	b
m2	233.05	b

En la tabla 4.34, se observan a las medias m12, m11, m10, m9, m8, m7, m5, m3, m4, m6, que se ubican en el rango “a” el mismo que presenta menores pérdidas durante el horneo.

Grafico N° 4.12. PERDIDAS DE PESO DURANTE EL HORNEO CON LOS DOS PORCENTAJES DE PANELA.



El gráfico 4.12, muestra claramente cuales mezclas son las que pierden menor peso durante el proceso de horneado. Encontrando que en las mezclas m9 (trigo30%-quinua70%-panela20%), **m10** (trigo30%-quinua70%-panela23%), **m11**(trigo40%-quinua60%-panela20%) y **m12**(trigo40%-quinua60%-panela23%) presentaron menor pérdida de peso durante el horneo.

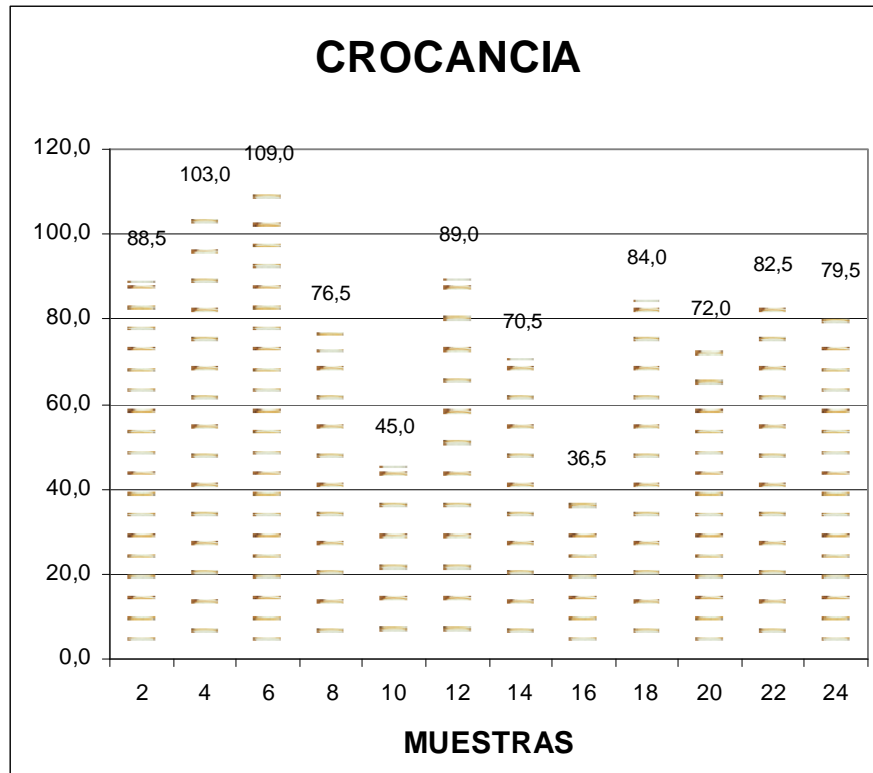
4.3. RESULTADOS ORGANOLÉPTICOS DE LAS GALLETAS.

Para conocer la aceptación de las galletas integrales fue preciso realizar la Prueba de Friedman, la que permite evaluar un número elevado de tratamientos y conocer la preferencia de los degustadores en cuanto a cada una de las propiedades del producto. En las galletas se analizaron características sensoriales como el color, olor, crocancia, crugencia, sabor y por último la aceptabilidad que tiene cada muestra ante su degustador.

A continuación se demuestra una a una las variables analizadas en la evaluación sensorial, la misma que fue realizada con un grupo de 12 degustadores. Finalmente luego de realizar los respectivos análisis estadísticos no se detecta significación estadística alguna en cuanto a color y olor. Mientras que en variables como crocancia, crugencia, sabor y aceptabilidad de la galletas se ha encontrado diferencias estadísticas notables.

4.3.1. Resultados para la Crocancia de las galletas integrales

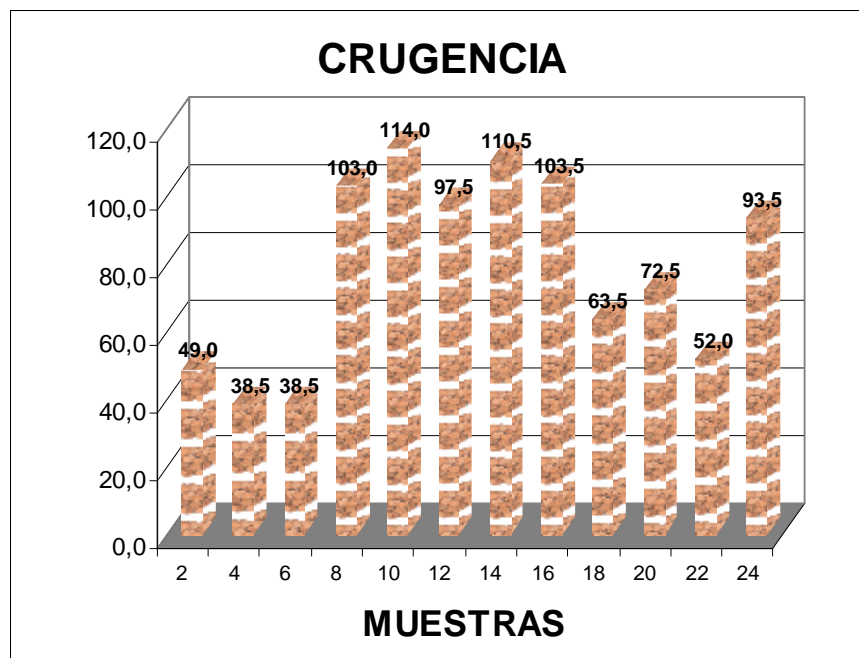
Gráfico 4.13. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA CROCANCIA.



En lo referente a esta variable se ha encontrado diferencias bien notorias las que se observan en el gráfico 4.2, y como se demuestra en el Anexo 4 se encuentra alta significación estadística para crocancia. Los mejores puntajes alcanzan los tratamientos T6, T4, T12 seguido por el T2 y T18. Estos tratamientos han sido consideradas más crocantes; es decir las que más fuerza de ruptura han tenido.

4.3.2. Resultados para la Crugencia de las galletas integrales

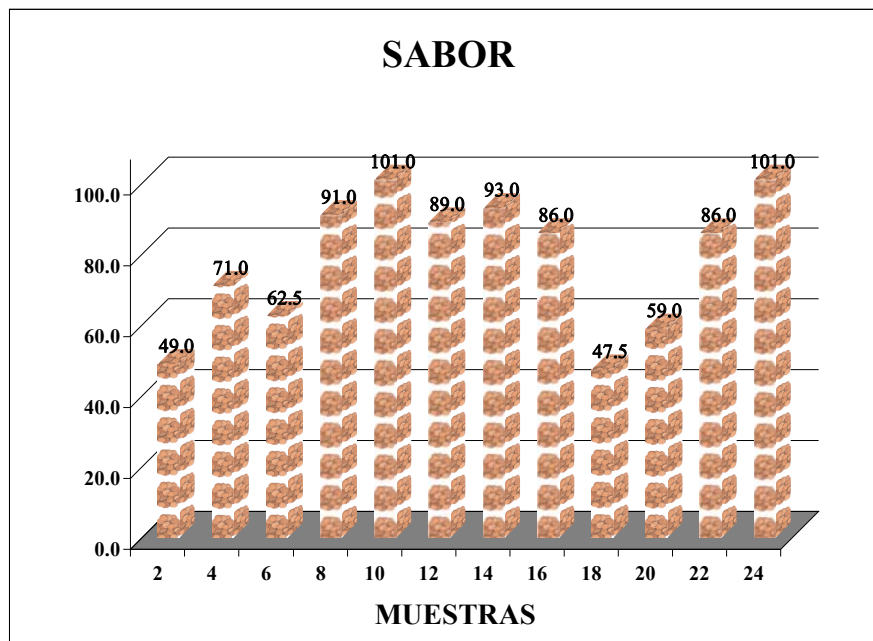
Gráfico 4.14. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA CRUGENCIA.



En la Crugencia también se encuentra una alta significación estadística, lo que se puede observar en el Anexo 5. En el gráfico 4.3, se distingue claramente la diferencia existente entre las muestras, siendo las de mayor puntaje los tratamientos T10, T14, T16, T8, T12 y T24. Dado que la Crugencia se percibe de acuerdo al sonido quiere decir que T10 tiene sonido más fuerte seguido por T14 y así sucesivamente.

4.3.3. Resultados para el Sabor de las galletas integrales

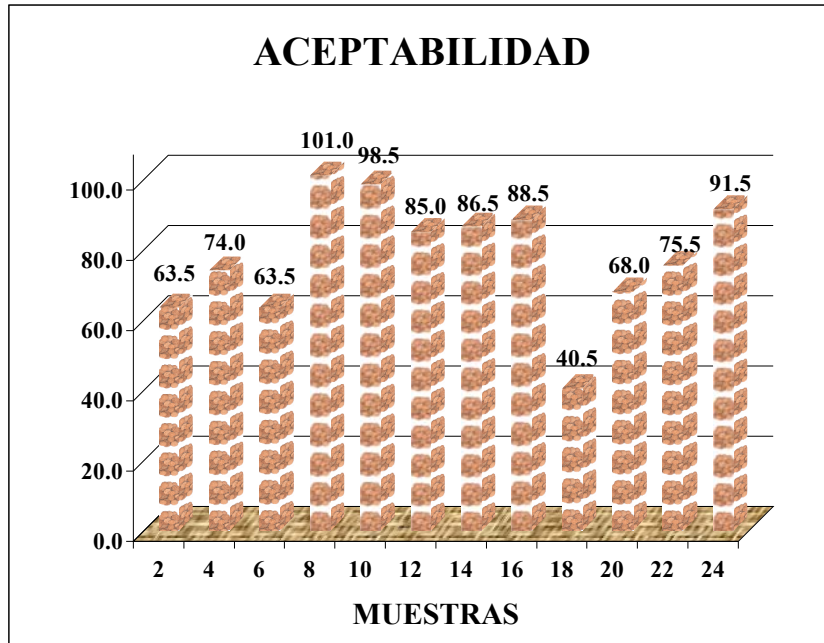
Gráfico 4.15. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA SABOR.



Los degustadores detectaron diferencias marcadas en cuanto a sabor, en el Anexo 6 se puede observar el análisis estadístico y se demuestra una alta significación. Al evaluar los resultados obtenidos de las encuestas se escogen con mejor sabor a las muestras T10, T24, T14, T8 y T12 en ese orden de aceptación. Debido al carácter integral de las galletas estas no deben ser demasiado dulces ni presentar sabores amargos ni rancios. A continuación para visualizar mejor los resultados se presenta el gráfico 4.4, en el que se distingue los puntajes para cada muestra.

4.3.4. Resultados para la Aceptabilidad de las galletas integrales

Gráfico 4.16. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA ACEPTABILIDAD



La aceptabilidad de las galletas es una característica importante para el degustador ya que de esta manera puede conocer con mejor certeza cual es el producto de preferencia proporcionando información más clara. En este caso se ha encontrado también significación estadística (anexo 7), demostrando que para los panelistas hay un nivel de agrado en los siguientes tratamientos en este orden: T8, T10, T24, T16 y T14. Siendo T8 el más aceptado. A continuación en el gráfico 4.5, se observa con claridad la puntuación obtenida a partir de la prueba de Friedman para aceptabilidad.

A partir de los datos proyectados en los gráficos 4.13, 4.14, 4.15 y 4.16, se ha seleccionado los mejores tratamientos los mismos que serán evaluados mediante otros parámetros como análisis microbiológicos y nutricionales. Teniendo en cuenta la aceptación por parte de los degustadores, conocidas sus preferencias ya se puede continuar con una dicha evaluación ya que no se puede ofrecer a las personas un alimento que presente calidad nutritiva pero a su vez sea desagradable para las personas. Esta ha sido la razón de realizar primeramente el análisis sensorial.

Al analizar estos datos se acepta como los mejores tratamientos obtenidos mediante Análisis Organoléptico a T8 (trigo60%-chocho40%-panela23%), T10 (trigo30%-quinua70%-panela23%), T12 (trigo40%-quinua60%-panela23%), T14 (trigo50%-quinua50%-panela23%) y T24 (trigo60%-chocho20%-quinua20%-panela23%). Los mismos que han sido sometidos a un Análisis Físico Químico y Microbiológico, cuyos resultados son dados a conocer más adelante.

4.4. RESULTADOS FISICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS GALLETAS.

Tabla 4.35. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO A CINCO MUESTRAS DE GALLETAS INTEGRALES.

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRAS				
		T8	T10	T12	T14	T24
pH		6.24	6.46	6.48	6.50	6.50
CONTENIDO ACUOSO	g/100g	5.45	3.35	3.30	4.50	6.20
PROTEINA	g/100g	13.37	11.60	8.75	9.36	14.66
FIBRA	g/100g	13.71	7.19	6.91	6.24	17.74
RECUENTO ESTANDAR EN PLACA	(ufc/g)	0	20	0	10	0
RECUETNO DE MOHOS	(upm/g)	0	0	0	0	0
RECUETNO DE LEVADURAS	(upl/g)	0	0	0	0	0

FUENTE: Laboratorio de uso múltiple Facultad F.I.C.A.Y.A. UTN. (Junio 2005)

Simbología:

ufc = unidades formadoras de colonias

upm = unidades propagadoras de mohos

upl= unidades propagadoras de levaduras

Realizada la evaluación organoléptica se seleccionó a cinco tratamientos: T8 (trigo60%-chocho40%-panela 23%), T10 (trigo30%-quinua70%-panela23%), T12 (trigo40%-quinua60%-panela 23%), T14 (trigo50%-quinua50%-panela23%), T24 (trigo60%-quinua20%-chocho20%-panela23%). como los más aceptados por los degustadores. Estos tratamientos fueron sometidos a análisis microbiológico y fisico químico en el Laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en

ciencias Agropecuarias y Ambientales. Las galletas se empacaron y almacenaron por un tiempo de 40 días los resultados se presentan en la tabla 4.35.

Al observar la tabla 4.35, se puede decir que las muestras analizadas cumplen con las características microbiológicas deseadas, no muestran contaminación alguna a pesar de haber transcurrido un período razonable de almacenamiento, durante el cual han mantenido su calidad higiénica y nutricional.

Otro resultado obtenido de este análisis es que el contenido de humedad de las galletas es muy bajo y su pH se acerca a un valor neutro lo que nos demuestra que es un producto que se puede mantener largos periodos de almacenamiento en condiciones adecuadas sin descomponerse.

Además de cumplir con las características microbiológicas deseables se observa que tienen un alto porcentaje de proteína y fibra, características importantes en la presente investigación ya que al utilizar chocho, quinua y harina integral de trigo como materias primas de las galletas se ha conseguido tener un elevado porcentaje de proteína con un contenido alto en fibra.

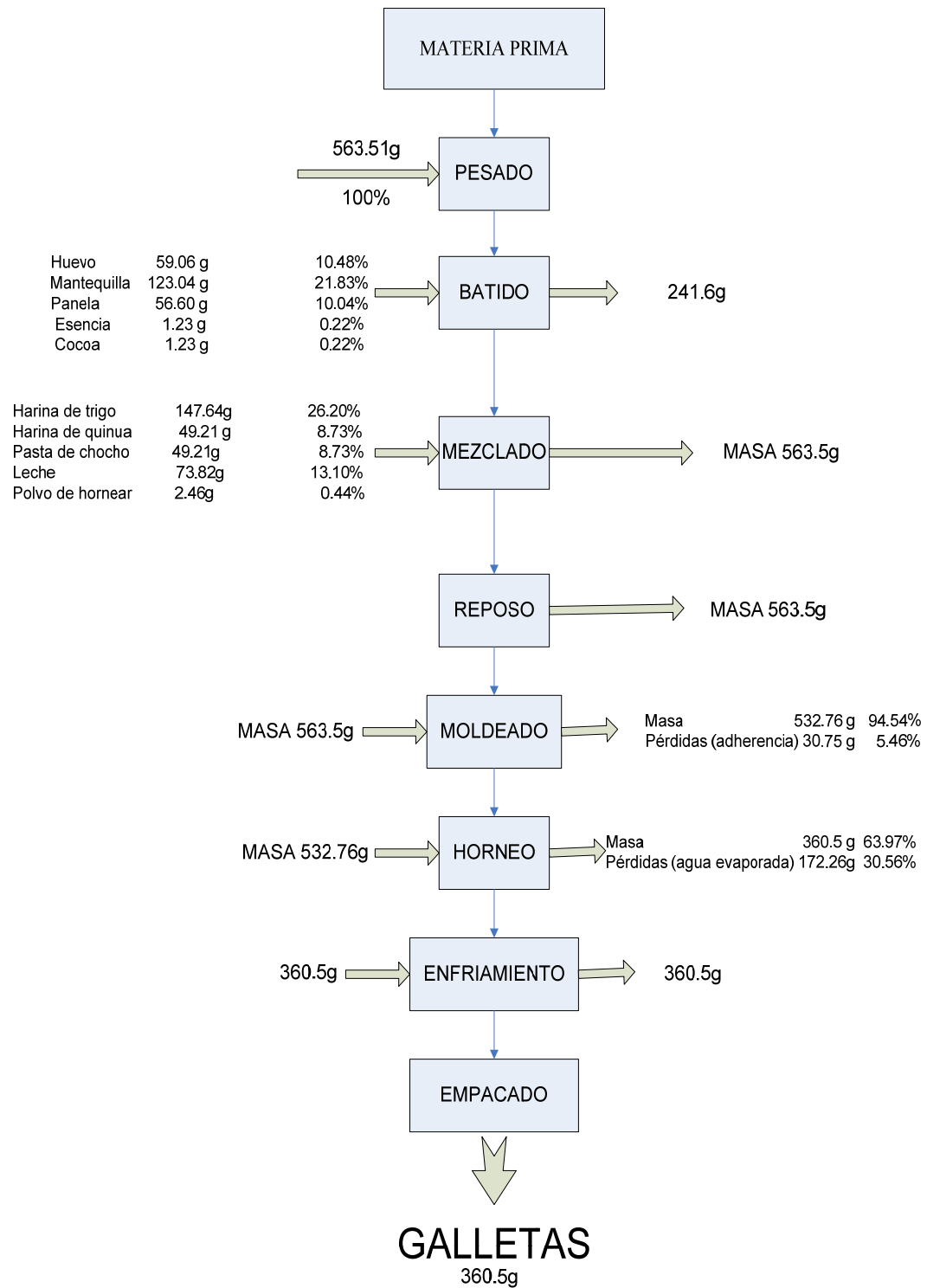
Analizando los resultados se observa que T24 y T8 son los tratamientos que poseen más alto contenido de fibra y proteína, seguidos por T10. T24 es el resultado de la mezcla entre Trigo 30%, chocho 35% y quinua 35%. Mientras que T8 es la mezcla de Trigo 30% y chocho 70%. Luego T10 tiene 40% de quinua y 60% de trigo.

Los tratamientos T12 y T14 son el resultado de las mezclas de trigo y quinua en las siguientes proporciones: trigo 50% quinua 50% para T12 y para T14 Trigo 40% quinua 60%.

4.5. BALANCE DE MATERIALES.

El balance de materiales se realizó, tomando en cuenta la entrada de materia prima, pérdidas durante el proceso de mezcla, batido, moldeo y horneado. En el gráfico 4.5 se demuestra el balance de materiales del mejor tratamiento T24 (trigo 60%-quinua20%-chocho20%-panela23%).

Esquema 4.5. BALANCE DE MATERIALES DEL MEJOR TRATAMIENTO T24



4.6. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Se realizó los costos de producción de cinco tratamientos (T24, T8, T10, T12, T14) considerados los más aceptables según la evaluación organoléptica.

En la tabla 4.36 se muestra el resumen de los costos de los cinco mejores tratamientos, obtenidos a partir de las tablas que se encuentran en el anexo 9; donde se observa que el tratamiento T24 es el más económico con un valor de 0.723 USD además de presentar el mejor rendimiento, después del horneo se obtuvo un peso de 360 gramos de producto. Seguido de T8 con un costo de 0.748 USD con un rendimiento de 328 gramos.

Tabla 4.36. Resumen de costos de los cinco mejores tratamientos.

COSTO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS			
TRATAMIENTO	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO
	g	#galletas	\$
T24	360	91	0,783
T8	328	104	0,748
T10	317,01	105	0,877
T12	322,96	94	0,857
T14	335,9	96	0,838

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

Terminada la fase experimental y luego del análisis de los resultados obtenidos en las diferentes mezclas (trigo-quinua), (trigo-chocho) y (trigo-chocho-quinua) se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✚ Se acepta la hipótesis alternativa (Hi) que dice que “con la mezcla de harina de trigo, quinua, pasta de chocho y panela se puede elaborar galletas integrales de alta calidad nutritiva”; ya que el mejor tratamiento T24 (trigo60%-chocho20%-quinua20%-panela23%) alcanza un porcentaje de 14.66% de proteína.
- ✚ La utilización de trigo, quinua, chocho, en diferentes porcentajes influye de forma directa en las características finales de las galletas, como son sabor, crocancia y crugencia.
- ✚ Se determinó que se puede reemplazar hasta un 70% de harina de trigo por harina de quinua o pasta de chocho sin que la galleta se deforme o se rompa.
- ✚ Las galletas integrales elaboradas a base de trigo, chocho, quinua y edulcoradas con panela son nutricionalmente superiores a las demás

galletas existentes en el mercado. Sobrepasan los valores establecidos en la norma INEN 2085:96 Galletas, requisitos; en cuanto al requerimiento básico de proteína del 3% considerando que las galletas de la investigación alcanzan un porcentaje de 14.66% de proteína.

- ✚ Cada tratamiento es muy distinto estadísticamente como físicamente de acuerdo a la composición porcentual de sus ingredientes.
- ✚ El orden de la adición de ingredientes afecta directamente a la capacidad de la masa para incorporar aire y el aumento del volumen. La incorporación de aire es de vital importancia ya que esta le da a la galleta las características de consistencia y dureza.
- ✚ El tiempo mas adecuado para el horneo de las galletas es de 18 a 22 minutos a una temperatura constante de 160° C desde ingreso al horno, ya que el aumento de tiempo y temperatura significaría mas degradación de los componentes nutricionales.
- ✚ De acuerdo al los resultados obtenidos del análisis organoléptica existen claras diferencias en lo que tiene que ver al sabor la crugencia, crocancia y la aceptabilidad entre los distintos tratamientos. En esta evaluación se considero como los cinco mejores tratamientos a T8 (M1m4P1), T10 (M2m1P2), T12 (M2m2P2), T14 (M2m3P2), T24 (M3m4P2).

- ✚ Que el uso de la cocoa en polvo ayuda a eliminar los residuos de sabor amargo proveniente de la pasta de chocho y de la harina de quinua.
- ✚ Las galletas por ser un producto con un bajo contenido de humedad se conservan durante periodos largos sobrepasando incluso los 6 meses. Sin perder sus características organolépticas y nutritivas.
- ✚ Las galletas elaboradas a base de mezclas entre chocho y harina integral de trigo tienen un aporte mayor de fibra que las galletas que incluyen quinua y harina integral de trigo, esto debido a la utilización de chocho entero (con cáscara).

5.2. RECOMENDACIONES.

- ✚ Se recomienda realizar investigaciones usando cereales y leguminosas como materias primas con las que se pueda elaborar galletas.
- ✚ Se recomienda el uso de otro agente fermentador y aditivos ya que estos influyen en forma directa en el comportamiento físico y químico de la masa.
- ✚ Trabajar con un menor número de tratamientos para que los resultados que se obtengan sea más exactos y representativos.
- ✚ Realizar un análisis de mercado para saber si la galleta integral de chocho y quinua puede ser un producto industrializado.
- ✚ Utilizar edulcorantes diferentes y probar la influencia que estos pueden tener en el producto.

RESUMEN

La presente investigación se desarrollo en la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia El Sagrario, en los laboratorios de la Escuela de Agroindustrias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Este estudio se lo realizó con el propósito de obtener una galleta con características nutritivas que beneficien la alimentación con un aporte importante de fibra y proteína, para la elaboración de estas galletas se utilizó como materias primas quinua, trigo, chocho y panela.

Para determinar la cantidad de panela con la que se trabajó se realizó un primer análisis organoléptico de las galletas elaboradas con diferentes porcentajes (14%, 17%, 20%, 23%, 26%) de panela que es el edulcorante que se utilizó en la investigación, de esta prueba, resultó las más aceptadas los porcentajes de 20% y 23%.

Las variables a estudiarse fueron-Rendimiento, pH, Tiempo de reposo, Tiempo de horneo, Pérdidas por peso, Análisis organoléptico, Proteína y Análisis Microbiológico. Para evaluar los datos obtenidos se utilizó un Diseño Completo al Azar con arreglo factorial AxB, con tres repeticiones; donde El Factor A son tres tipos de mezclas con cuatro diferentes porcentajes, las mezclas son: M1= Trigo –

Chcho, M2= Trigo – Quinoa y M3= Trigo – chocho – quinoa. Y el Factor B son dos Porcentajes del edulcorante. De la interacción de estos dos factores se obtuvo 24 tratamientos y 72 unidades experimentales.

Las Pruebas de significación utilizadas Fueron Tukey al 5% para tratamientos y factor A además se realizó DMS para factor B. para realizar el análisis sensorial se utilizo Friedman al 5% y 1%.

Para la elaboración de las galletas se trabajo en el siguiente orden, se compro las materias primas en los mercados locales, selección y limpieza, molido, pesado, batido, mezclado, reposo, moldeado, horneado, enfriado, y empacado; todo de acuerdo a los tratamientos propuestos.

Realizada la evaluación organoléptica se obtuvieron 5 mejores tratamientos T8 (M1m4P2), T10 (M2m1P2), T12 (M2m2P2), T14(M2m3P2) y T24(M3m4P2) los cuales fueron sometidos a un análisis físico químico y microbiológico observándose que el mejor tratamiento es el T24 (M3m4P2) el cual alcanza el 14,66% en proteína y 17,74% en fibra.

Si comparamos los resultados obtenidos con productos similares en el mercado nos damos cuenta que las galletas integrales enriquecidas con quinoa y chocho son muy superiores en su contenido nutritivo y energético, como era propuesto en la hipótesis alternativa Hi.

SUMMARY

The presents investigation it developed in Imbabura's province, Canton Ibarra. The Sacrum, in the laboratories of the School of Agroindustries of the Faculty of Agricultural and Environmental Sciences of the Technical University of the North.

This study it realized with the intention of obtaining a cookie with nourishing characteristics that benefit the nourishment with an important contribution of fiber and protein, for the production and elaboration of these cookies dotard was in use as prime matters quinoa, wheat, and panela.

To determine the quantity of panela with the one that one worked the first analysis realized organoléptico of the cookies elaborated with different percentages (14 %, 17 %, 20 %, 23 %, 26 %) of panela that is the sweetener that was in use in the investigation, of this test and proof, turned out to be most accepted the percentages of 20 % and 23 %.

The variables to be studying were A Yield, pH, Time of rest, Time of I bake, Losses of weight, Analysis organoleptic and protein and Microbiological Analysis. To evaluate the obtained information AxB was in use a Complete Design at random with arrangement factorial, with three repetitions; where the Factor To they are three types of mixtures(mixings) with four different percentages, the mixtures(mixings) are: M1=Trigo - Dotard, M2 = Wheat -

Quinoa and M3 =Trigo - Dotard - Quinoa. And the factor B they are two percentages of sweetener. Of the interaction of these two factors 24 treatments and 72 experimental units were obtained.

The tests and proofs of significance used were Tukey to 5 % for treatments and factor To besides fulfilled DMS for factor B, to realize the sensory analysis Friedman was in use to 5 % and 1 %.

For the elaboration of the cookies I am employed at the following order, the prime matters were bought on the local markets, selection and cleanliness, molido, heavy, well-trodden, mixed, I rest, molded, baked, cooled and packed; quite in agreement to the proposed treatments.

Realized the evaluation organoléptica there were obtained 5 better treatments T8 (M1m4P2, T10 (M2m1P2, T12 (M2m2P2, T14 (M2m3P2 and T24 (M3m4P2) which were submitted to a physical chemical and microbiological analysis being observed that the best treatment is the T24 (M3m4P2) which alzanza 14.66 % in protein and 17.74 % in fiber.

If we compare the results obtained with similar products in the market we realize that the integral cookies enriched with quinoa and dotard they are very top in your nourishing and energetic content, since it was proposed in the alternative hypothesis Hi.

BIBLIOGRAFIA

- ✚ CALAVERAS, J. (1996). **Tratado De Panificación y Bollería**. AMB Ediciones. Mundi Prensa S.A. 1era Edición, Madrid – España .
- ✚ **Chucho en su punto, recetas**. Programa Nacional de Leguminosas y granos andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Miscelánea # 118. Autores Varios. Abril 2003. Quito – Ecuador.
- ✚ Escuela Politécnica del Ejército. F.C. Agropecuarios IASA. (s.a). Ficha Técnica del cultivo del chocho.
- ✚ GIANOLA, C. (1990). Repostería Industrial, Tomo 1 “**Industria moderna de Galletas y Pastelería**”. Editorial Paraninfo S.A. Madrid – España.
- ✚ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:98 “**Harina de Trigo Requisitos**”. Segunda Revisión.
- ✚ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 519 “**Harinas de Origen Vegetal, Determinación de Proteína**”.
- ✚ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria. INEN 1672 “**Quinoa. Determinación del contenido de Saponinas por medio del método espumoso (Método de rutina)**”.

- ✚ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Ecuatoriana Obligatoria INEN 1670 **“Quinua. Determinación de Proteína Total (Proteína cruda)”**.
- ✚ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Ecuatoriana Obligatoria NTE INEN 2085:96 **“Galletas, Requisitos”**. Primera Edición.
- ✚ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Ecuatoriana INEN 526 **“Harinas de Origen Vegetal, Determinación de concentración de Ión Hidrógeno”**.
- ✚ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Ecuatoriana INEN 518 **“Harinas de Origen Vegetal, Determinación de la pérdida por calentamiento”**.
- ✚ INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Curso de quinua, Nivel Técnicos. Estación Experimental Santa Catalina. Proyecto Quinua. Octubre 16 – 18 de 1985. Quito – Ecuador.
- ✚ INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Guía de cultivos. Octubre 1999. Quito – Ecuador..
- ✚ JARA, E. RUEDA, C. (2003) **“Desarrollo de una técnica para la elaboración de pasta de chocho (lupinus mutabilis) y conservación en anaquel y refrigeración”**. Tesis de grado.
- ✚ MANLEY, D. J. R. (1989). **“Tecnología de la Industria galletera. Galletas, crackers y otros horneados”** Traducido por Mariano Gonzáles Alonso. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.

- ✚ NIETO, G. Carlos. FISCHER, P. **“La quinua un alimento nuestro”**. Proyecto 3P – 90 – 160 INIAP –CIID Santa Catalina, Programa de Cultivos Andinos.
- ✚ NIETO, G. Carlos. SORIA, Marcelo. (1990).**Procesamiento de quinua en Ecuador**. INIAP–UTA–CANADA. Seminario Taller sobre Investigaciones en posproducción de quinua en el Ecuador. Junio 4 y 5 de Quito - Ecuador.
- ✚ PERALTA, J. Eduardo. CAICEDO, Carlos. Folleto **“El Chocho. Proteína Vegetal y Potencial Económico”**. #2. Octubre del 2000.
- ✚ PERALTA, J. Eduardo. Boletín Divulgatorio # 175. Estación Experimental “Santa Catalina”. Agosto 1985. **“La quinua... un gran alimento y su utilización”**. INIAP - Ecuador. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo CIID – Canadá.
- ✚ PINEDA, L. (1995). **“Mezcla óptima de trigo, chocho, maíz, para la obtención de un Pan rico en Proteínas”**. Tesis de Grado.
- ✚ PRIMO YUFERA, E. Y CARRASCO DORRIEN, J. M. (1981) **“Productos para el campo y propiedades de los alimentos (Tecnología química y agroindustrial)” Tomo II**. Editorial Alambra. S. A. Madrid – España.
- ✚ **“Recetas con Leguminosas”** Publicación Misceláneas # 97 del Programa Nacional de Leguminosas. Estación Santa Catalina. Quito – Ecuador 2000. Autores Varios.
- ✚ VALPIANA, T. (1989). **“El Trigo”**. Océano Ibis Ediciones S.A. Barcelona – España.

✚ YEPEZ, M. (2003). “**fermentación sólida de dos variedades de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en la mezcla con quinua (Chenopodium .quinua Willd) en la obtención de de Tempeh, utilizando cuatro porcentajes de cepa (Rhizopus oligosporus)**” Tesis de Grado.

DIRECCIONES WEB

<http://www.aaprotrigo.org>
[http:// cereales integrales.htm](http://cereales integrales.htm)
<http://quinua .htm>
<http://alimentos funcionales.htm>
<http://quinuasaponinachenopodiumcereal.htm>
<http://quinua.htm>
<http://quinuaorganica.htm>
<http://trigo.htm>
<http://elpoderdelosdcerealesquecuran.htm>
<http://tarwi.htm>
<http://www.stampas.edu.com>
[http //:www.negocios@elcomercio.com](http://www.negocios@elcomercio.com)

ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA CON LA QUE SE DETERMINÓ EL PORCENTAJE DE PANELA CON QUE SE TRABAJÓ LA INVESTIGACIÓN.

La siguiente prueba se la realiza con la finalidad de conocer la aceptación de las galletas.

Al probar las siguientes galletas, marque con una X de acuerdo a su gusto en las siguientes muestras:

SABOR	# DE MUESTRA				
	1	2	3	4	5
NADA DULCE					
POCO DULCE					
DULZOR ADECUADO					
MUY DULCE					
DEMASIADO DULCE					

Al probar las muestras; ¿Cómo las encuentra? Marque la respuesta en la siguiente tabla:

SABOR	# DE MUESTRA				
	1	2	3	4	5
NO GUSTA					
GUSTA POCO					
GUSTA MUCHO					
GUSTA BASTANTE					

ANEXO 2: RANGOS OBTENIDOS EN LA ENCUESTA PORCENTAJE DE PANELA.

Nro. Juez	MUESTRAS (% panela)				
	P14	P17	P20	P23	P26
1	1,0	4,5	4,5	2,5	2,5
2	3,0	1,5	4,5	4,5	1,5
3	3,5	3,5	3,5	3,5	1,0
4	4,0	4,0	4,0	1,5	1,5
5	2,5	2,5	4,5	4,5	1,0
6	1,5	3,5	3,5	5,0	1,5
7	3,0	3,0	3,0	5,0	1,0
8	4,0	4,0	1,5	4,0	1,5
9	1,0	3,0	3,0	5,0	3,0
10	2,5	2,5	4,5	4,5	1,0
11	1,0	3,0	3,0	5,0	3,0
12	3,0	3,0	3,0	5,0	1,0
Σ	30,0	38,0	42,5	50,0	19,5

R= 12
T= 5

Valores tabulares para X²:

X² 0.05 = 9,488
X² 0.01 = 13,277

X²= 18,350 **

ANEXO 3: PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial es una valiosa técnica para resolver problemas relativos a la aceptación de un alimento.

En esta prueba se evaluará el color, olor, textura, sabor siguiendo estrictamente este orden para una mejor facilidad en la apreciación de las distintas características.

Color.- Esta característica debe ser uniforme, de color dorado característico de una galleta integral recién horneada sin presentar partes de color marrón demasiado oscuro o quemado.

Olor.- Debe ser atractivo propio de una galleta recién horneada sin olores desagradables ni extraños (rancio).

Crocancia o Fracturabilidad.- Es la fuerza con que la galleta se rompe o explota una vez mordida hasta que la muestra se disgregue en la boca.

Coloque la galleta entre los dientes incisivos, muerda suavemente en forma homogénea, perciba la fuerza que usted necesita para romper la galleta. Siendo esta fuerza muy suave o delicada a muy fuerte o dura.

Crugencia.- Es el sonido percibido por los oídos luego de dos tres masticaciones del producto por los molares.

Sabor.- Debe ser no muy dulce (debido a que estas galletas son de carácter integral), además no debe tener sabores desagradables tales como amargo o rancio.

Aceptabilidad.- Mide el nivel de agrado o desagrado de las galletas por parte de los catadores o jueces.

CARACTERISTICAS		MUESTRAS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
COLOR	Dorado pálido												
	Dorado												
	Marrón												
OLOR	Agradable												
	Desagradable												
	Muy Desagradable												
CROCANCIA	Delicada												
	Dura												
	Muy dura												
CRUGENCIA	Leve												
	Fuerte												
	Muy fuerte												
SABOR	Agradable												
	Desagradable												
	Amargo												
ACEPTABILIDAD	Gusta mucho												
	Gusta poco												
	No gusta												

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

ANEXO 4: RANGOS OBTENIDOS DE DOCE MUESTRAS DE GALLETAS PARA LA CARACTERÍSTICA CROCANCIA.

CARACTERÍSTICA: Crocancia												
Nro. Juez	T2	T4	T6	T8	T10	T12	T14	T16	T18	T20	T22	T24
1	9,0	9,0	9,0	9,0	3,0	9,0	3,0	3,0	9,0	3,0	3,0	9,0
2	10,0	10,0	10,0	4,5	1,0	4,5	4,5	4,5	10,0	4,5	10,0	4,5
3	9,0	9,0	9,0	3,0	3,0	3,0	9,0	3,0	3,0	9,0	9,0	9,0
4	10,0	10,0	10,0	10,0	2,0	5,5	10,0	5,5	2,0	5,5	5,5	2,0
5	10,0	10,0	10,0	5,0	1,5	5,0	5,0	1,5	10,0	5,0	10,0	5,0
6	8,0	8,0	8,0	8,0	2,0	8,0	2,0	2,0	8,0	8,0	8,0	8,0
7	9,0	9,0	9,0	3,0	3,0	9,0	3,0	3,0	9,0	9,0	9,0	3,0
8	11,0	11,0	11,0	6,0	1,5	6,0	6,0	1,5	6,0	6,0	6,0	6,0
9	1,5	10,0	10,0	5,0	5,0	10,0	5,0	1,5	10,0	5,0	5,0	10,0
10	3,5	3,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	3,5	3,5	3,5	3,5	9,5
11	3,0	3,0	3,0	9,0	9,0	9,0	9,0	3,0	3,0	9,0	9,0	9,0
12	4,5	10,5	10,5	4,5	4,5	10,5	4,5	4,5	10,5	4,5	4,5	4,5
Σ	88,5	103,0	109,0	76,5	45,0	89,0	70,5	36,5	84,0	72,0	82,5	79,5

R= 12

T= 12

Valores tabulares para X²:

X² 0.05 = 19,675

X² 0.01 = 24,725

X²= 30,651**

ANEXO 5: RANGOS OBTENIDOS DE DOCE MUESTRAS DE GALLETAS PARA LA CARACTERÍSTICA CRUGENCIA.

CARACTERÍSTICA: Crugencia												
Nro. Juez	T2	T4	T6	T8	T10	T12	T14	T16	T18	T20	T22	T24
1	3,0	3,0	3,0	8,5	8,5	8,5	8,5	12,0	3,0	8,5	3,0	8,5
2	7,0	2,5	2,5	7,0	11,0	11,0	11,0	7,0	2,5	7,0	2,5	7,0
3	3,0	3,0	3,0	8,0	11,5	8,0	8,0	8,0	11,5	8,0	3,0	3,0
4	3,0	3,0	3,0	7,5	11,0	11,0	7,5	11,0	7,5	3,0	3,0	7,5
5	10,0	4,0	4,0	10,0	10,0	4,0	10,0	4,0	4,0	4,0	4,0	10,0
6	3,0	3,0	3,0	8,5	8,5	8,5	12,0	8,5	3,0	8,5	3,0	8,5
7	3,5	3,5	3,5	9,0	9,0	12,0	9,0	9,0	3,5	3,5	3,5	9,0
8	2,0	2,0	2,0	11,0	11,0	6,5	6,5	11,0	6,5	6,5	6,5	6,5
9	2,5	8,0	8,0	8,0	8,0	2,5	8,0	12,0	2,5	2,5	8,0	8,0
10	2,5	2,5	2,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	12,0	8,0	2,5	8,0
11	2,0	2,0	2,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,5	5,5	5,5	5,5	10,0
12	7,5	2,0	2,0	7,5	7,5	7,5	12,0	7,5	2,0	7,5	7,5	7,5
Σ	49,0	38,5	38,5	103,0	114,0	97,5	110,5	103,5	63,5	72,5	52,0	93,5

R= 12

T= 12

Valores tabulares para X²:

X² 0.05 = 19,675

X² 0.01 = 24,725

X² = 58,500**

ANEXO 6: RANGOS OBTENIDOS DE DOCE MUESTRAS DE GALLETAS PARA LA CARACTERÍSTICA SABOR.

CARACTERÍSTICA: Sabor												
Nro. Juez	T2	T4	T6	T8	T10	T12	T14	T16	T18	T20	T22	T24
1	3,0	3,0	3,0	9,0	9,0	9,0	9,0	3,0	3,0	9,0	9,0	9,0
2	3,5	3,5	3,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	3,5	9,0	9,0	1,0
3	3,0	9,0	3,0	3,0	9,0	3,0	9,0	9,0	3,0	9,0	9,0	9,0
4	4,0	4,0	1,0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4,0	4,0	4,0	9,5
5	4,5	4,5	1,0	10,0	10,0	4,5	10,0	10,0	4,5	4,5	4,5	10,0
6	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	1,0	9,0	3,5	3,5	3,5	3,5	9,0
7	1,5	4,5	4,5	9,5	9,5	9,5	1,5	4,5	4,5	9,5	9,5	9,5
8	1,5	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	1,5	7,0	12,0
9	4,0	10,0	4,0	4,0	10,0	10,0	10,0	4,0	4,0	4,0	4,0	10,0
10	9,5	5,0	9,5	9,5	2,0	9,5	2,0	9,5	5,0	2,0	9,5	5,0
11	2,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	2,0	2,0	8,0	8,0
12	3,5	3,5	9,0	3,5	9,0	9,0	9,0	9,0	3,5	1,0	9,0	9,0
S	49,0	71,0	62,5	91,0	101,0	89,0	93,0	86,0	47,5	59,0	86,0	101,0

R= 12

T= 12

Valores tabulares para X²:

X² 0.05 = 19,675

X² 0.01 = 24,725

X²= 26,426**

ANEXO 7: RANGOS OBTENIDOS DE DOCE MUESTRAS DE GALLETAS PARA LA CARACTERÍSTICA ACEPTABILIDAD.

CARACTERÍSTICA: Aceptabilidad												
Nro. Juez	T2	T4	T6	T8	T10	T12	T14	T16	T18	T20	T22	T24
1	3,0	3,0	3,0	7,0	10,5	10,5	7,0	3,0	3,0	10,5	7,0	10,5
2	6,5	2,0	2,0	6,5	6,5	11,0	6,5	11,0	2,0	11,0	6,5	6,5
3	3,0	7,5	3,0	11,0	11,0	3,0	7,5	11,0	3,0	7,5	3,0	7,5
4	3,0	3,0	3,0	10,0	10,0	10,0	6,5	10,0	3,0	6,5	3,0	10,0
5	7,5	7,5	7,5	12,0	7,5	2,0	7,5	7,5	2,0	2,0	7,5	7,5
6	5,5	10,0	10,0	10,0	10,0	5,5	10,0	2,0	2,0	2,0	5,5	5,5
7	2,5	7,5	2,5	11,5	11,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	7,5	7,5
8	9,0	9,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	9,0	9,0	3,5	9,0	12,0
9	7,5	7,5	3,0	7,5	11,0	11,0	11,0	3,0	3,0	3,0	3,0	7,5
10	10,5	5,5	10,5	10,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	1,5	10,5	1,5
11	2,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	2,5	2,5	2,5	8,5
12	3,0	3,0	7,0	3,0	3,0	7,0	10,5	10,5	3,0	10,5	10,5	7,0
S	63,5	74,0	63,5	101,0	98,5	85,0	86,5	88,5	40,5	68,0	75,5	91,5

R= 12

T= 12

Valores tabulares para X²:

X² 0.05 = 19,675

X² 0.01 = 24,725

X²= 21,231*

ANEXO 8: COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO T24.

COSTOS DE PRODUCCIÓN T24				
DESCIRPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO/Kg	PRECIO TOTAL
INGREDIENTES				
Harina de Trigo	g	150	0,42	0,063
Harina de quinua	g	50	1,20	0,06
Chocho	g	50	0,50	0,025
Panela	g	57,5	0,90	0,052
Mantequilla	g	125	0,70	0,088
Leche	g	75	0,40	0,03
Huevo	u	60	0,07	0,07
Polvo de hornear	g	2,5	7,00	0,018
Esencia	cm3	2,5	0,007	0,017
Subtotal		572,5		0,423
MANO DE OBRA				
Obreros	Jornal/día	20 minutos	14	0,57
INSUMOS				
Fundas de polietileno	u	1	0,01	0,01
Agua	m3	0,5	0,11	0,06
Gas	kg	0,02	1,9	0,04
Subtotal				0,11
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				1.103

ANEXO 9: NORMA INEN 2085:96 GALLETAS, REQUISITOS.

ANEXO 10: HOJA TECNICA DE LA HARINA DE TRIGO